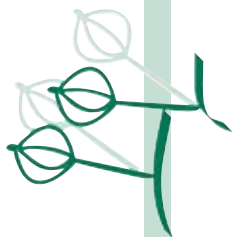


Taimiuutiset



Metsäntutkimuslaitos

2/2009



Yhteistyössä mukana

Fin Forelia Oy

Hermannin aukio 3E
PL 1058
70100 Kuopio

Ab Mellanå Plant Oy

Mellanåvägen 33
64320 Dagsmark

Pohjan Taimi Oy

Kaarreniementie 16
88610 Vuokatti

Taimi-Tapio Oy

Näsinlennankatu 48 D
PL 97
33101 Tampere

UPM Metsä

Joroisten taimitarha
Kotkatlahdentie 121
79600 Joroinen

Taimitarhojen tietopalvelu
toimittaa Taimiuutiset-lehteä,
järjestää alan kursseja sekä
julkaisee oppaita.

Taitto

Eija Lappalainen

Kansikuva

Terve halkaistu kuusen silmu.
Lisää kuusen silmujen kunnon
arvioinnista sivulla 14-19.
Kuva Pekka Voipio.

Kirjoittajat

Jarkko Hantula

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan yksikkö
PL 18, 01301 Vantaa
Jarkko.Hantula@metla.fi

Katri Himanen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Katri.Himanen@metla.fi

Kyösti Konttinen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Kyosti.Konttinen@metla.fi

Veikko Koski

Tasangontie 5, 15610 Lahti
vekoski@saunalahti.fi

Kari Leinonen

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
Kasvinterveysyksikkö /
metsänviljelyaineisto
Mustialankatu 3, 00790 Helsinki
Kari.Leinonen@evira.fi

Arja Lilja

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan yksikkö
PL 18, 01301 Vantaa
Arja.Lilja@metla.fi

Jaana Luoranen

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Jaana.Luoranen@metla.fi

Toimittaja Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Marja.Poteri@metla.fi

Julkaisija

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö

ISSN 1455-7738

Dark Oy, Vantaa 2009

Michael Müller

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan yksikkö
PL 18, 01310 Vantaa
Michael.Muller@metla.fi

Marja Poteri

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Marja.Poteri@metla.fi

Antti Pouttu

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan yksikkö
PL 18, 01301 Vantaa
Antti.Pouttu@metla.fi

Risto Rikala

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö, Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Risto.Rikala@metla.fi

Seppo Ruotsalainen

Metsäntutkimuslaitos
Punkaharjun yksikkö
Finlandiantie 18, 58450 Punkaharju
Seppo.Ruotsalainen@metla.fi

Anna Rytönen

Metsäntutkimuslaitos
Vantaan yksikkö
PL 18, 01301 Vantaa
Anna.Rytönen@metla.fi

Timo Saksa

Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen yksikkö
Juntintie 154
77600 Suonenjoki
Timo.Saksa@metla.fi

Tilaukset

Tilaushinta vuodeksi 2009 on
35 euroa. Taimiuutiset ilmestyy
neljä kertaa vuodessa. Tilaukset
toimittajalta tai verkkolomak-
keella [http://www.metla.fi/
metinfo/taimitieto/index.htm](http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm).

Kehittämistyötä jatkettava myös matalasuhdanteessa

Timo Saksa

Koko maailman talous on ollut viimeisen puolen vuoden aikana melkoisen turbulenssin kourissa. Metsäsektorilla jo aiemmin alkaneet rakennemuutokset ja viime kauden nopea markkinanäkymien heikentyminen ovat ajaneet niin metsäteollisuuden kuin metsätalouden harjoittamisenkin lähes kriisin partaalle. Vielä vuosi sitten laadittiin puunmyyntituloihin verohelpoituksia puun riittävyyden varmistamiseksi, kun taas kuluvana keväänä etenkin kuitupuulla ei näytä juuri menekkiä olevan. Ainoastaan energiapuulla tuntuu olevan todellista kysyntää!

Puukaupan sujuvuudella ja metsänhoitoaktiivisuudella on todettu olevan positiivinen riippuvuus. 1990-luvun alkupuolen laman vaikutukset näkyivät osaltaan metsänhoidontasossa mm. uudistamisräs-

tien lisääntymisenä. Toivottavasti nyt meneillään olevan matalasuhdanteen seurauksena ei menetetä metsänuudistamistoiminnassa viime vuosina virinnyttä toiminnan laadun kohottamiseen tähtävää aktiivisuutta.

Maanmuokkauksessa positiivinen kehitys

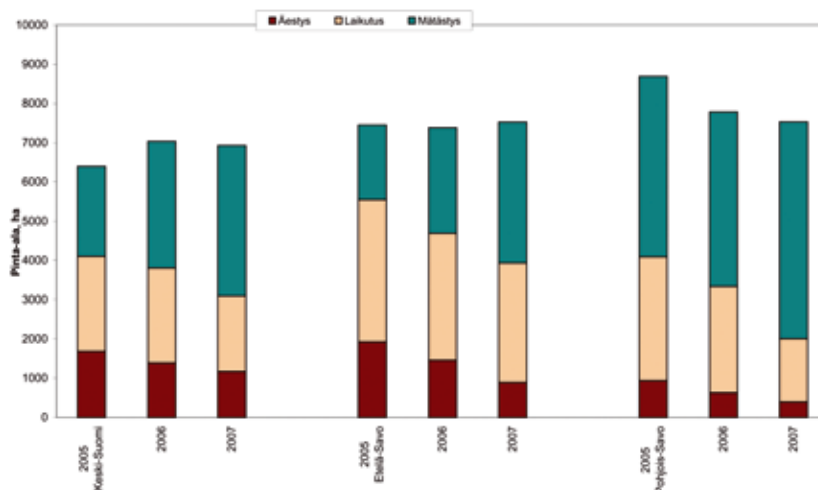
Viime vuosina on Etelä-Suomessa tapahtunut voimakas muutos maanmuokkausmenetelmien käytössä. Mätästyksen osuus käytetyistä menetelmistä on noussut vuosittain vaihteesta koko maassa yli 20 %, ja vuonna 2007 keskimäärin 44 % muokkausalasta mätästettiin. Tuolloin Pohjois-Savossa mätästyksen osuus oli noussut jo yli 70 %:n. Muokkausmenetelmien vaihdos laikutuksesta ja äestyksestä mätästykseen on ollut dramaattinen (kuva). Esimerkiksi Etelä-Savon yksityis-

metsissä mätästyksen osuus lähes kaksinkertaistui muutaman vuoden aikana.

Nopeat toiminnanmuutokset asettavat kovia vaatimuksia toimijoille. Mätästettävän alan kasvaessa metsämaanmuokkaus on tarjonnut työmahdollisuuksia uusille yrittäjille. Uusien, alalle juuri tulneiden urakoitsijoiden ja heidän kuskien sa maanmuokkausosaamisessa on ollut suurta vaihtelua. Useimmat yrittäjät ovat tulleet rakennusosalalta, mutta joukossa on saattanut olla ensi kertaa kaivinkoneen pukille kiivenneitäkin. Metsämaan muokkaus on perinteisesti ollut muihin maanrakennustöihin verrattuna vähemmän arvostettua, minkä vuoksi alalle on ollut tyypillistä suuri kuskien vaihtuvuus ja lyhyet urakointisuhteet. Uusien laitteiden ja menetelmien ”sisäänajaminen” ei välttämättä aina suju kitkatta varsinkin, jos urakanantajien näkemykset kohteelle sopivimman muokkausjäljen laatuksista ovat vaihdelleet oleellisesti.

Kehitystyön kannettava myös vaikeiden aikojen yli

Erityisesti uuden menetelmän tai laitteen käyttöönottovaiheessa on ensiarvoisen tärkeää seurata toiminnan laatua. Maanmuokkausjäljen laadun seurannassa monet toimijat ovat ottaneet käyttöön omavalvonnan, jossa työntekijä itse mittaa työn laatua ennalta sovitulla, objektiivisella metodilla ja urakanantaja kontrolloi pistokokein tuloksen. Viime vuosina maanmuokkaukses-



Kuva. Eri muokkausmenetelmillä muokattujen uuditusalojen määrän (ha) kehitys kolmen metsäkeskusalueen yksityismetsissä vuosina 2005–2007 (Tapi-
on vuositilastot 2005–2007).

sa tapahtuneen positiivisen kehityksen hedelmien korjaamiseksi toimijoiden tulisi nyt kiinnittää erityistä huomiota maanmuokkauksen laatuun niin metsänviljelyn kuin ympäristö- ja vesiensuojelunäkökulmista lähtien.

Hyvin alkuun lähteen kehitystoiminnan toivoisi edelleen jatkuvan

matalasuhdanteesta huolimatta, sillä maanmuokkausmenetelmissä ja -laitteissa sekä työtavoissa ja työn organisoinnissa on edelleen kehittämistarpeita. Viime viikkoina eräiden tahojen metsälakiin esittämä maanmuokkauspakko ja siihen liittyvä kullekin kasvupaikalle sopivimman muokkausmenetelmän

sementoiminen ei kylläkään ole edesauttamassa tätä innovatiivista kehitystoimintaa!

Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen yksikön vs. johtaja MMT **Timo Saksa** toimii metsänuudistamisen erikoistutkijana.

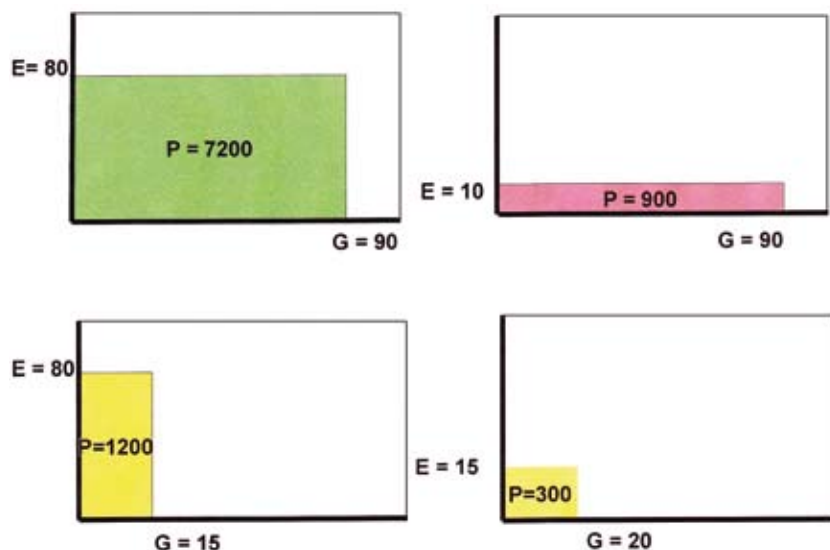
Geneettisten tekijöiden merkitys taimituotannossa

Veikko Koski

Jokaisen puun perintötekijät pysyvät samoina läpi sen elämänsä siemenessä olevasta alkiosta puun korjuuseen tai harvemmin luonnolliseen vanhuuteen. Metsänviljelyssä on näin ollen kauaskantoinen vaikutus sillä, minkälainen on käytettävän viljelyaineiston geneettinen koostumus ja rodullinen taso. Toisaalta on muistettava, että puuyksilön ja kokonaisen metsikön olemus eli ilmiäisy on aina sen perintötekijöiden ja ympäristön yhteisvaikutuksen tulos. Tämän yhteisvaikutuksen kuvaisin mieluummin tulon kuin summan muodossa, jos oikein pelkistettyä mallia halutaan käyttää. Siis: Jos P on fenotyyppi eli ilmiäisy, G genotyyppi eli perimä ja E ympäristötekijät.

$$P = G \times E$$

Kaavamaisesti ja hyvin yksinkertaisesti asia on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Yksinkertaistettu kaavio perimän ja ympäristötekijöiden yhteisvaikutuksesta. Kunkin suorakaiteen vaaka-akseli kuvaa geneettistä arvoa asteikolla 0–100 ja pystyakseli ympäristön arvoa samoin asteikolla 0–100. Suorakaiteen koko ala 10 000 kuvaa kasvupaikan potentiaalista satoa, jos molemmat tekijät saisivat maksimi-arvon. Värityt laatikot esittävät tulosta asteikoille merkityillä G:n ja E: arvoilla. Kaavion sanoma on, että korkeallakin geneettisellä arvolla hyvä tulos edellyttää hyvää ympäristöä, tahtoo sanoa tehokasta metsänhoitoa. Toisaalta hyväkään hoito ei kompensoi huonoa geneettistä tasoa.

Taimitarhoilla puun alut eli taimet kasvavat oleellisesti suotuisammassa ja suojatummassa ympäristössä kuin luonnossa. Nuoret taimet reagoivat kasvutekijöihin paljon voimakkaammin kuin varttuneemmat puut, joten niiden kasvunopeutta ja -rytmiä voidaan sopivilla käsittelyillä ohjata haluttuun suuntaan. Luonnontaimesta on mahdoton päältäpäin nähdä sen perinnöllisiä ominaisuuksia, ja sama pätee tarhalla kasvatettuun taimeen. Ostajan kannalta on itse asiassa tärkeämpää tietää taimien alkuperä ja mahdollinen lajittelu, kuin se miten taimet on kasvatettu. Tästä syystä säädökset metsänviljelyaineiston kaupasta edellyttävät kirjanpitoa, dokumentointia ja joko lähtöisyystietoja tai käyttöalueen ilmoittamista taimierille. Eriasteisten säädösten taustalla on yleisiä genetiikan perusteita sekä empiirisistä kokeista saatuja tuloksia. Käsittelen seuraavassa joitakin aiheita siinä tarkoituksessa, että valkenisi, miksi on laadittu tiettyjä vaatimuksia.

Ominaisuuksien periytyminen

Gregor Mendel julkaisi 1866 tuloksia ominaisuuksien periytymisestä herneellä tehdyissä risteytyskokeissa. Hän oli todennut, että kukan väri, siementen muoto ja väri sekä kasvutapa periytyivät tiettyjen yksinkertaisten lukusuhteiden mukaisesti. Hän päätteli, että jälkeläinen saa kummaltakin vanhemmaltaan yhden kyseiseen ominaisuuteen vaikuttavan tekijän, joka myöhemmin sai nimen geeni. Perinnöllisyystieteen alkuaikoina syntyi se idea, että jokaista geeniä vastaa yksi ominaisuus. Myöhemmin on kuitenkin todettu, että ns. Mendelin lakien mukaisesti periytyvät ominaisuudet ovat poikkeustapauksia, ja useimpien ominaisuuksien geneettinen tausta on monimutkaisempi. Varsinkin määrällisiin eli kvantitatiivisiin ominaisuuksiin vaikuttaa monta geeniä, ja toisin päin yksi geeni

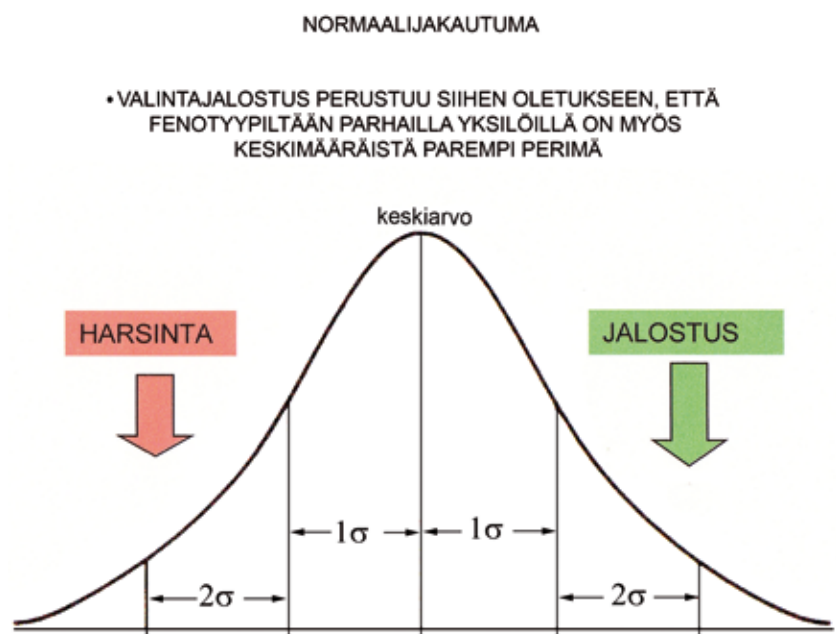
voi vaikuttaa useaan ominaisuuteen. Edelleen asiaan vaikuttavat erilaiset vuorovaikutukset eli interaktiot erillisten geenien välillä, ja tietysti ympäristötekijät muovaavat lopputuloksia.

Tästä syystä Mendelin lakien mukaisesti periytyvät, luokkamuuntelua osoittavat ominaisuudet ovat vähemmistönä, kun taas enemmistönä ovat jatkuvaa muuntelua edustavat ominaisuudet, joissa yksilöiden arvot voivat olla mitä tahansa koko vaihteluvälillä ilman selviä luokkarajoja. Populaatiossa yksilöt jakautuvat symmetrisesti keskiarvon ympärille normaalijakautuman mukaisesti (kuva 2). Selityksinä monigeenisyyden lisäksi ovat genotyyppien frekvenssien binomijakautuma, luonnon tasapainottava valinta ja ympäristötekijöiden vaikutus. Tämä kuvio pätee jokseenkin kaikkiin puiden taloudellisesti tärkeisiin ominaisuuksiin.

Yksi yleisesti käytetty keino jäsentää monimutkaista tilannetta perustuu summautuviin eli additiivisiin geenivaikutuksiin. Kyseisen ominaisuuden, esimerkiksi puun koon (kasvunopeuden), arvo mää-

räytyy suotuisien geenivaihtoehtojen lukumäärän mukaan. Fenotyyppisessä jakautumassa on ympäristön vaikutus otettava huomioon, mutta silti jakautuman paremmassa päässä olevilla yksilöillä on tietyllä todennäköisyydellä runsaasti ”hyviä” geenejä, kun taas vastakkaisella laidalla niitä on vähän. Kvantitatiivisen genetiikan ja valintateorian avulla voidaan laskea, mikä osuus paremmuudesta johtuu additiivisista geeneistä, ja ennustaa vanhempien valinnalla saavutettava hyöty. Mitä tiukempi valinta, sitä suurempi on hyöty. Valinnassa ei voida rajoittaa yhteen ainoaan ominaisuuteen, kuten kasvunopeuteen, vaan myös mm. laatutekijät on otettava huomioon. Useimmat tärkeät ominaisuudet periytyvät toisistaan riippumatta, tai joidenkin välillä on negatiivinen korrelaatio.

Additiivinen systeemi tarjoaa mahdollisuuden tilastollisten menetelmien käyttöön jalostuksen suunnittelussa ja toteutuksessa. Tilaisuuteen on myös tartuttu. Yksinkertaisten perusyhtälöiden pohjalta on kehitetty myös sofistikoituja malleja ja kaavoja, joiden varassa metsän-



Kuva 2. Normaalijakautuman yleinen muoto, jonka mukaisesti populaatiossa valtaosa yksilöistä asettuu keskiarvon läheisyyteen. Mitä suurempi poikkeama positiiviseen (oikealle) tai negatiiviseen (vasemmalle), sitä pienempi on esiintymistäajuus. Jalostettu aineisto on peräisin parhaista yksilöistä, harsintajäännöksestä syntyvä taimiaines heikoimmista.

jalostuksen eteneminen pääasiassa lepää. Hämmäntävää on yhtäältä se, että additiiviset vaikutukset sellittävät fenotyyppisestä vaihtelusta parhaimmillaankin alle puolet ja toisaalta se, että kysymyksessä on itse asiassa black box -malli. Ottaen huomioon kuinka paljon geneettisestä säätelystä ja geenien vuorovaikutuksista jo tiedetään, odottaisi hyötyominaisuuksien periytymismekanismin selvittämisen tulevan osaksi jalostusmenetelmien kehittämistä.

Vielä on syytä todeta, että ristisiittoisilla kasveilla ominaisuuksien yhdistelmät hajoavat suvullisen lisääntymisen yhteydessä. Luonnossa samoin kuin jalostustyössä syntyy harvakseltaan yksilöitä, joilla on samanaikaisesti monia hyviä kasvu- ja laatuominaisuuksia. Niiden siemenjälkeläisissä on kuitenkin muuntelua, ja osa niistä voi olla jopa keskimääräistä huonompia. Kasvullinen lisäys on ainoa keino pitää poikkeuksellisen hyvää yhdistelmää koossa. On myös sellaisia ”ominaisuuksia”, joita ei voi suoranaisesti nähdä. Monilla ristisiittoisilla lajeilla, myös ihmisellä, ovat huomattavan yleisiä sellaiset väistävät eli resessiiviset geenit, jotka molemmilta vanhemmilta saatuna aiheuttavat abortin tai syntyvän jälkeläisen elinkyvyn vajavaisuuden. Pilalliset geenit ovat syntyneet mutaatioiden kautta, ja tämä geneettinen taakka säilyy populaatiossa sukupolvesta toiseen. Männyllä ja kuusella sen olemassaolo näkyy selvimmin itsepölytysten avulla. Valvotusta itsepölytyksestä syntyy vain muutama prosentti itäviä siemeniä, ja niistä syntyvät taimet ovat heikkoja. Defektigeenien yleisyydestä johtuen myös ristipölytys johtaa joidenkin satunnaisesti aborttiin tai heikentyneeseen elinkykyyn. Itävien siementen joukossa on todettu olevan muutama prosentti geneettisen taakan johdosta heikkoja. Luonnon runsaassa siementymisessä tämä menetys on ilmeisesti siedettävä hinta sisäsiitoksen estämisestä ja heterotsygotian ylläpidosta. Seurauksena kahdesta

edellä esitetystä ilmiöstä on väistämättä se, että valittujenkin puiden siemensadossa on aina pieni osuus perimältään heikkoja yksilöitä, joilla on joko niukasti hyötygeenejä tai tupla-annos jotain haittageeniä.

Valinta

Valinta on sangen laaja käsite, johon genetiikassakin sisältyy erilaisia vaihtoehtoja. Luonnonvalinnasta puhutaan usein ideaalina, joka metsäpuilla johtaisi ihmisenkin kannalta parhaaseen lopputulokseen. Luonnonvalinta, pelkistettynä, suosii niitä genotyyppisiä, jotka tuottavat eniten lisääntymiskykyisiä jälkeläisiä seuraavaan sukupolveen. Suuri osa puiden runsaslukuisten taimien kuolleisuudesta luonnossa on sattumanvaraista, osa geneettisestä taakasta johtuvia ja osa kilpailusta. Toisen jaottelun mukaan on ”kovaa valintaa”, jossa yksilö kuolee kaikissa olosuhteissa elinkelvottoman genotyyppin seurauksena, ja joustavaa valintaa, jossa hengissäsäilyminen riippuu resursseista ja kilpailun ankaruudesta (= tiheydestä). Suotuisissa olosuhteissa heikompiakin pärjää, mutta karuissa oloissa ja kilpailutilanteissa karsiutuu. Joustavassa valinnassa menestyminen ei perustu yhteen ainoaan ominaisuuteen vaan kokonaisuuteen. Aikaisemmin selostettu geenien uudelleenryhmittyminen sekä geenivirtaus laajentavat muuntelua lisääntymisen yhteydessä. Vakiintuneessa tilanteessa luonnonvalinta on tasapainottavaa, eli ääriytyipit karsiutuvat ja keskiarvo pysyy ennallaan.

Ihmisen suorittama tietoinen tai tiedostamaton valinta poikkeaa luonnonvalinnasta. Valinnan perustana ovat käytön kannalta tärkeät ominaisuudet, poimitaan parhaat yksilöt käyttöön. Seurauksena on joko negatiivinen tai positiivinen valinta seuraavan puusukupolven kannalta. Jos parhaat yksilöt korjataan tarvepuuksi tai raaka-aineeksi ja puuston huono osa jätetään tuottamaan uusi sukupolvi, tehdään ne-

gatiivista valintaa. Sukupolvesta toiseen jatkettuna negatiivinen valinta huonontaa metsän rodullista tasoa ja voi lopulta johtaa metsän häviämiseen. Määrittämähakkuut eli harsintahakkuut ovat konkreettinen esimerkki negatiivisesta valinnasta. Metsänjalostuksessa käytettävä valinta toimii päinvastoin. Jalostuksen perusmateriaaliksi valittiin parhaat puut sellaisista hyvistä metsiköistä, joita ei ollut harsintahakkuilla käsitelty. Pluspuiksi kelpuutettiin noin 1 % metsikön valtapuista. Vaikka on esitetty epäilyksiä pluspuuvalinnan tehokkuudesta, on jälkeläiskokeista saatu vahvaa näyttöä valintahyödyistä, toisin sanoen siemenviljelyssiemenen paremmuudesta.

Taimilajittelu on sekin valintaa. Taimitarhoilla käytetään lähes yksinomaan siemenviljelyksistä kerättyä siementä, jolloin taimien vanhempina on valittuja pluspuita, tosin myös ulkopuolisia puita taustapölytyksestä johtuen. Siemenviljelyn siemensato on geneettisesti monimuotoista, ja kuten edellä on kerrottu, järjestelmä tuottaa joukkoon myös heikompa aineita. Muovihuoneen suotuisissa olosuhteissa joustava valintapaine on pieni, jolloin vähäväkisemmätkin kasvavat. Taimien koossa ja rakenteessa on kuitenkin vaihtelua. Pieni koko voi jossain tapauksessa olla seuraus kasvualustan mikrovaihtelusta tai taimien siirroista kennojen täydentämisen yhteydessä, mutta on hyvä syy otaksua geneettiset tekijät yleisimmäksi syyksi. Taimilajittelun tavoitteena on positiivinen valinta, jossa poistetaan ennusteeltaan huonot taimet. Kun tärkein kriteeri on taimen koko, voi priklattujen taimien kohdalla tapahtua ”oikeusmurhia”. Näiden merkkäminen ja tunnistaminen lajittelussa voisi kuitenkin olla ongelmallista. Lajittelussa poistettujen taimien osuus koko taimierästä on niin pieni, että jäljellejäävien geneettiseen tasoon valinnan positiivinen vaikutus on vähäinen, lukuun ottamatta taimikon elävyyden parannusta. Jos ajatellaan toisin päin, eli poistettujen taimien



jatkokasvatusta ja käyttöä metsänviljelyyn, ollaankin tekemisissä aika tehokkaan negatiivisen valinnan kanssa. Vaikutus kohdistuisi niihin viljelyihin, jotka tällaisella aineistolla perustettaisiin.

Loppulause

Taimihuolto on ratkaisevan tärkeä lenkki pitkän puuntuotantoketjun alkupäässä. Istutuksen alkumenes-tyksen kannalta on välttämätöntä, että taimet ovat rakenteellisesti kelvollisia ja hyvässä fysiologi- sessa kunnossa. Viljelyn onnistu- misen ja puusadon kasvattamisen kannalta viljelyaineiston pitää olla myös geneettisesti sopivaa ja kor- kealaatuista. Perinnöllisyystieteen edistymisen myötä on käynyt il- meiseksi, että ilmiasussa nähtävien ominaisuuksien geneettinen tausta

on paljon monipuolisempi kuin metsänjalostuksen alkuaikoina oletettiin. Useimpiin ominaisuuksiin vaikuttavat lukuisat geenit ja niiden kombinaatiot. Genetiikan ja molekyylibiologian tutkimus on suuresti lisännyt tietämystä genomien rakenteesta ja toiminnasta, mutta toistaiseksi suoranaisia sovellutuksia ei ole käytössä metsänjalostuksessa ja taimihuollossa. Eräänlaisena geenisäätelyn manipulointina voi pitää lyhytpäiväkäsitteilyn käyttöä taimien pituuskasvun pysäyttämiseen ja talveentamiseen. Aivan ilmeisesti yön pidentäminen antaa signaalin säätögeenille, joka kytkee kasvujakson päättämishojelman päälle.

Geenitoimintaa päälle ja pois kytkevät säätögeenit ovat oleellinen komponentti erityisesti ilmastoon sopeutumisessa. Muutenkaan kaikki geenit eivät ole jatkuvasti toiminnassa. On myös geenejä, jotka toi-

mivat vain nuoruusvaiheessa ja vastaavasti toisia, jotka toimivat vasta myöhemmällä iällä. Esimerkkinä edellisestä on vaikka kuusen pistok- kaiden juurtuminen vain nuoren taimen versoista, ja jälkimmäisestä kukinnan alkaminen vasta varttuneessa iässä. Kun taimierän ulkoisista tunnuksista eikä edes DNA-testistä saada riittävää tietoa sen geneettisistä ominaisuuksista, on luotettava siihen, että alkuperältään tunnetuista ja jalostetuista vanhemmista peräisin oleva aineisto on parasta.

Varsinaisella kasvupaikallaan taimet joutuvat uuteen ja karumpaan ympäristöön, mutta niiden perimä pysyy samana kuin taimitarhassakin. Viljelyn onnistumisen ja hyvän tuotoksen kannalta ovat yhtä tärkeitä sekä sopeutunut ja jalostettu aineisto että ajallaan tehdyt ja oikeat hoitotyöt.

Alkuperä määrää taimien käyttöalueen

*Seppo Ruotsalainen ja
Veikko Koski*

Sopeutuneisuus viljelypaikan ilmastoon on perusvaatimus kaikelle metsänviljelyaineistolle. Yleinen väittämä on, että vain paikallinen alkuperä on täydellisesti sopeutunut. Tätä uskomusta on syytä tarkastella genetiikan ja ekologian näkökulmasta. Ensinnäkin pitää kysyä, mihin ne ovat sopeutuneet. Toiseksi voidaan kysyä, mitä tarkoitetaan sopeutumisella.

Ilmasto koostuu monista eri tekijöistä, kuten auringonsäteilystä, lämpötilasta, tuulesta, sateisuudesta sekä niiden vaihtelusta vuoden sisällä ja vuosien välillä. Lämpötilan vaihtelu ja sen seurauksena vuoden- aikojen kierto ovat meidän ilmastossamme keskeisessä asemassa. Kasvukauden pituus ja lämpösumma ovat paljon käytettyjä ilmasto- tunnuksia, jotka kaikessa yksinkertaisuudessaan ovat tehneet varsin hyviä palveluksia. Tarkastellaan lämpösummaa ja sen vaihtelua Suo-

men alueella seuraavan kaavakuvan avulla (kuva 1).

Kovasti yksinkertaistettuna kasvukauden keskimääräinen lämpösumma pienenee tasaisesti etelärannikon runsaasta 1300 d.d:stä metsänrajan noin 600 d.d:hen. Selvää on, että metsäpuut ovat tähän tilanteeseen sopeutuneet. Vuodet eivät ole veljeksiä, ja niinpä kasvukausien lämpösummissa kullakin paikkakunnalla on suuri vuosien välinen vaihtelu. Pitkissä aikasarjoissa tämä vaihtelu noudattaa sekin

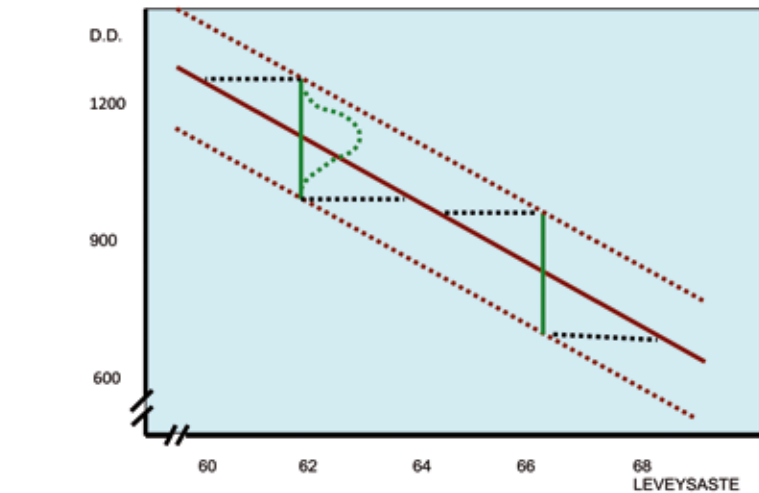
normaalijakaumaa. Keskihajonta on koko maan alueella suuruusluokkaa ± 100 d.d. Tämän suuruinen ilmastovaihtelu on niin tavallista, että puut sen ilmeisesti hyvin sietävät. Itse asiassa ne joutuvat silloin tällöin kestävänsä huomattavasti suurempiakin poikkeamia. Siispä jos pysytään tässä haarukassa, ollaan ilmeisesti turvallisella alueella.

Puun kasvurytmi ratkaisevaa

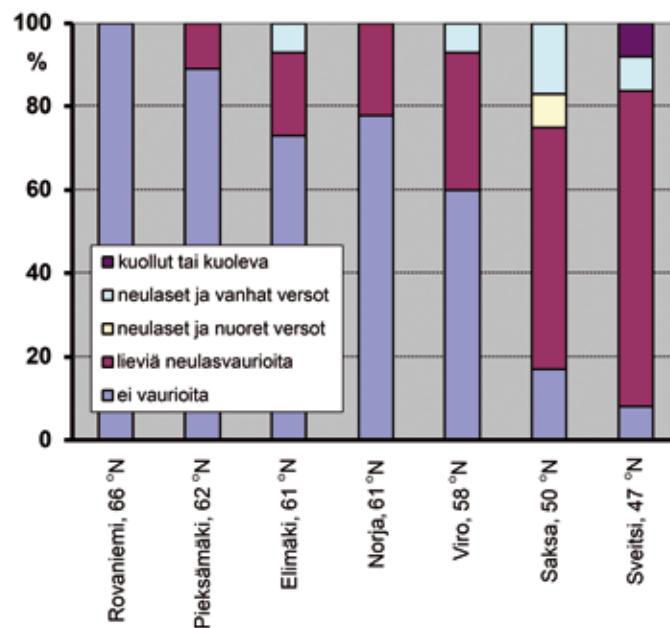
Ratkaiseva sopeutumistekijä on puun kasvurytmi, ts. kyky olla oikeassa fysiologisessa tilassa oikeaan aikaan. Aktiivisen kasvun vaiheessa solukot ovat hyvin herkkiä paleltumisvaurioille, joten puun on osattava ajoittaa kasvunsa siten, että se välttää vauriot. Toisaalta tuotoksen maksimoimiseksi puun olisi osattava käyttää hyväkseen koko kasvukausi. Kylmänkestävyyden lisääntyminen syksyllä alkaa kasvun päättymisen jälkeen ja keväällä sen vähentyminen edeltää kasvun alkamista. Kevät ja syksy ovatkin puiden sopeutumisessa kriittisimpiä ajankohtia. Jos kasvu jatkuu syksyllä liian pitkään (kuten usein käy liian eteläisillä alkuperillä) ja ensimmäiset syyshallat tulevat varhain ja ankarina, voivat nuoret versot tai pahimmillaan koko puu paleltua. Toisaalta jos puu lähtee keväällä kasvamaan liian aikaisin, voivat puhjenneet silmut vaurioitua hallaöinä. Tämä on tyypillistä pohjoisille ja mantereisen ilmaston alkuperille.

Pullonkaulavuodet testaavat vieraiden alkuperien menestymisen

Yleensä lepotilaisten puiden pakaskkestävyys ylittää selvästi niiden luontaisella levinneisyysalueella tavattavat minimilämpötilat. Vieraiden alkuperien menestymisen kannalta ratkaisevia ovat ns. pullonkaulavuodet, jolloin on poikke-



Kuva 1. Kaavakuva kasvukauden keskimääräisen lämpösumman vähittäisestä muutoksesta Suomessa. Ehjä punainen viiva kuvaa keskiarvoa ja punaiset katkoviivat vaihteluväliä ± 1 keskihajonta vuosien välillä. Vihreät pystyviivat kuvaavat otaksuttua varmuusväliä Jyväskylän ja Rovaniemen leveysasteilla. Mustat katkoviivat projisoivat oletettuja turvallisia siirtorajoja leveysasteina.

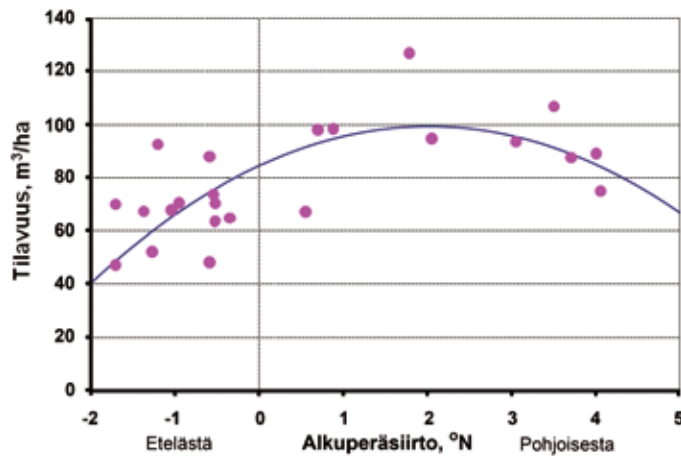


Kuva 2. Eri maiden pakkasvaurioiden osuus 53-vuotiaassa kuusen alkuperäkokeessa Punkaharjulla pakkastalven 1984/85 jälkeen. Hagmanin (1987) mukaan.

uksellisen ankaria pakkasia usein yhdistyneenä kylmään kesään ja/tai lauhaan syksyyn (esim. talvet 1939/40, 1984/85) (kuva 2).

Sopeutumiskysymyksen tekee vielä monivivahteisemmaksi se, että jokaisessa populaatiossa on vuosirytmiltään aikaisempia ja myöhäisempiä yksilöitä, jotka jakautuvat populaation keskiarvon ympärille normaalijakauman mukaisesti.

Vaihtelu johtuu sekä populaation sisällä uuden sukupolven syntyessä tapahtuvasta geenien uudelleen sekoittumisesta että ulkopuolisen siitepölyn tuomasta poikkeavasta geeniaineksestä. Vaikka luonnonvalinta karsiikin joka sukupolvessa sopeutumattomimmat yksilöt pois populaatiosta, geenivirta ylläpitää vaihtelua tehokkaasti.



Kuva 3. Tilavuuskasvun riippuvuus alkuperän leveysasteesta Pieksämäellä sijaitsevassa 25-vuotiaassa männyn provenienssikokeessa.

Edellä kuvatulla logiikalla päädyttiin ”paikallisen” alkuperän määrittelyssä ± 100 d.d:n haarukkaan, joka vastaa noin 1,5 leveysastetta eli vajaata 200 km pohjois-etelä suunnassa. Tätä päättelyä tukevat myös kokeista saadut havainnot. Näin suuren ilmastollisen alueen puita voidaan siis pitää metsätaloudellisessa mielessä yhtenäisenä alkuperänä. Kuvassa 1 esitetty kaavio on tietenkin yksinkertaistus, joka ei ota huomioon kaikkia mahdollisia sopeutumiseen vaikuttavia tekijöitä. Sen keskeinen sanoma kuitenkin on, että ei ole perusteltua jakaa metsäpuiden populaatioita hyvin pieniin alkupe-
raalueisiin ja rajoittaa siemensierroja pelkästään niiden sisäisiksi.

Kokeiden avulla on myös haettu vastausta kysymykseen, onko paikallinen alkuperä paras, vai kannattaisiko käyttää muualta siirrettyä viljelyaineistoa. Vastaus tähän kysymykseen on riippuvainen puulajista: männyllä ja koivulla suositellaan Etelä-Suomessa käytettäväksi paikallista tai hieman pohjoisempaa alkuperää, kun taas kuusella suositellaan siirtoja etelästä (Hyvän metsänhoidon...2006). Menestymiseen vaikuttaa myös viljelypaikan pienilmasto ja muut olosuhteet. Esimerkiksi versosurmalle alttiilla kasvupaikoilla kannattaa käyttää pohjoisempaa mäntyalkuperää, sillä se on kestävämpää tautia vastaan (Uotila 1985). Pohjois-Suomessa ilmastol-

lisen kestävyysmerkitys korostuu, joten siellä on käytettävä suhteellisesti pohjoisempaa alkuperää kuin Etelä-Suomessa; männyllä siis paikallista pohjoisempaa ja kuusella paikallista.

Kuusen kevähallat vältetään eteläisemmällä alkuperällä

Selityksenä lajien välisiin eroihin siirto-suosituksissa voi olla, että eri lajeilla eri tekijät ovat menestymisen kannalta kriittisiä. Kuusi kärsii kevähallasta, joita voidaan välttää käyttämällä myöhään kasvunsa aloittavia eteläisempiä alkuperiä. Männyn taimivaiheen menestymisen uhkana ovat puolestaan erilaiset taudit, jotka ovat tuhoisampia myöhään kasvavissa eteläisissä alkuperissä.

Se, että paikallinen populaatio ei välttämättä aina olekaan metsätaloudellisessa mielessä paras, liittyy alussa esitettyyn kysymykseen siitä, mitä sopeutuminen on. Luonnonpopulaatioissa sopeutuneisuuden ratkaisee niiden lisääntymisen onnistuminen. Vaikka nopea kasvu jossain määrin auttaa myös tuottamaan enemmän jälkeläisiä, lisääntymistulokseen vaikuttavat muutkin tekijät. Erityisesti kuusen kohdalla myös viljelyolosuhteet poikkeavat selvästi luonnonpopulaatioiden uudistumistapahtumasta, mikä voi

vaikuttaa alkuperien menestymiseroihin. Näin ollen puuntuotoksen suhteen parhaan tuloksen saattaa antaa jonkin verran paikallisesta poikkeava alkuperä.

Koska viljelypaikan olosuhteet ja viljelyvuosien säät voivat poiketa paikkakunnan keskiarvosta, voivat myös tulokset joissain yksittäistapauksissa poiketa keskimääräisestä. Samoin poikkeamia yleisestä linjasta voivat aiheuttaa myös yksittäisten siemenerien sopeutuneisuuden poikkeamat paikkakunnan ilmaston perusteella ennustetusta arvosta. Kuitenkin, käyttämällä viljelyssä suositusten mukaista alkuperää saadaan todennäköisesti paras tuotos kyseisellä kasvupaikalla (kuva 3).

Siemenviljelysiltä saatavan metsänviljelysaineiston käyttöalue määritetään periaatteessa vastaavalla tavalla kuin metsikköaineistollekin lämpösumman perusteella (Nikkanen ym. 1999). Siemenviljelyksillä on kuitenkin huomioitava taustapölytyksen vaikutus sopeutumiseen, jos viljelys sijaitsee kaukana alkuperäalueeltaan. Tätä kysymystä on selvitetty siemenviljelyksiltä kerätyllä aineistolla perustettujen kokeiden avulla (Nikkanen 1982, Ruotsalainen & Nikkanen 1998). Siemenviljelysten käyttöaluekartat löytyvät Eviran Internet-sivuilta osoitteesta http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/met-sanviljely/siemenviljelysten_kayttoaluekartat/.

Luonnossa ei ole jyrkkiä rajoja sopeutumisessa, vaan sopeutumao-minaisuudet muuttuvat vähitään ympäristötekijöiden muutoksen mukaisesti. Biologiset rajat ovat yleensä vyöhykkeitä, kun taas hallinnolliset rajat ovat viivoja. Siemensierroja voidaan siis kohtuullisessa mitassa tehdä jopa valtakunnan rajojen yli, jos se on ilmastolliset näkökohdat huomioon ottaen soveliaista ja aineiston alkuperä on luotettavasti dokumentoitu. Vierasta viljelymateriaalia ei siis tarvitse varoa, jos se ei ole vieraasta ilmastosta!

Yhteisiä perusteita kehittäään Suomen ja Ruotsin alkuperäsiirroille

Yleisen kansainvälistymisen ja ajoittaisen viljelymateriaalipulan vuoksi siementen ja taimien tuonti on lisääntynyt viime vuosina. Tämä on lisännyt tarvetta määrittää käyttöalueita myös ulkomaiselle metsänviljelyaineistolle. Vastauksena tähän tarpeeseen Metsäntutkimuslaitos on mukana EU:n Novel Tree Breeding -hankkeessa kehittämässä yhteisiä perusteita alkuperäsiirroille Suomessa ja Ruotsissa.

Kirjallisuus

- Hagman, M. 1987. Kuusen pakkasvauriot talvella 1984–85 koetulosten valossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 263: 68–89.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2006. Metsäkustannus Oy, Helsinki. 100 s.
- Nikkanen, T. 1982. Pohjois-Suomen mäntyjen nuorissa siemenviljelyksissä syntyneen siemenen käytömahdollisuuksista Oulun läänin alueella. Survival and height growth of North Finland x South Finland hybrid progeneies of Scots pine in intermediate areas. Folia Forestalia 527: 1–31.
- Nikkanen, T., Karvinen, K., Koski, V., Rusanen, M. & Yrjänä-Ketola, L. 1999. Kuusen ja männyn siemenviljelykset ja niiden käyttöalueet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 730: 1–203.
- Ruotsalainen, S. & Nikkanen, T. 1998. Kuusen siemenviljelysaineiston menestyminen Pohjois-Suomessa. Summary: Survival and growth of Norway spruce seed orchard material in northern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 709: 1–33.
- Uotila, A. 1985. Siemenen siirron vaikutuksesta männyn versosyöpäalttiuteen Etelä- ja Keski-Suomessa. Summary: On the effect of seed transfer on the susceptibility of Scots pine to *Ascomycetes* in southern and central Finland. Folia Forestalia 639: 1–12.

NORDGEN METSÄ JÄRJESTÄÄ POHJOISMAISEN TAIMITARHARETKEILYN NORJASSA BERGENISSÄ 28.-30.9.2009

Teemana “Regeneration of second generation forest”.

Esitelmissä ja retkeilyllä käsitellään
puulaji- provenienssivalintaa,
ilmastonmuutoksen vaikutuksia uudistamisessa,
tukkimiehentäiäongelmaa ja
erityisesti Länsi-Norjassa metsänuudistamiselle asetettuja ympäristövaatimuksia.

Tarkempi ohjelma ja lisätietoja tulee sivuille:
<http://www.nordgen.org/index.php/skand/content/view/full/513> ja
<http://www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm>

Alkuperäsiirtoihin liittyvä lainsäädäntö

• **Metsälaki (1093/1996)**

8 § Uudistushakkuun jälkeen uudistusalueelle on saatava kohtuullisessa ajassa taloudellisesti kasvatuskelpoinen taimikko, jonka kehittymistä ei muu kasvillisuus välittömästi uhkaa

9 § Vastuu uuden puuston aikaansaamisesta kuuluu metsänomistajalle

25 § Metsäkeskusten tehtävänä on valvoa tämän lain noudattamista

• **Metsäasetus (1200/1996)**

2 § Viljelyssä täytyy käyttää riittävä määrä alkuperältään ja muilta ominaisuuksiltaan uudistusalan olosuhteisiin sopivaa metsänviljelyaineistoa

- Lain valvonnassa aineiston alkuperän sopivuutta arvioidaan siirtosääntöjen perusteella (luokkiin siemenlähde tunnettu ja valikoitu kuuluva aineisto) ja käyttöalueiden perusteella (luokkiin alustavasti testattu ja testattu kuuluva aineisto)

• **Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta (1094/1996)**

6 § Tukea voi saada metsänuudistamiseen asetuksella säädettävissä tapauksissa

• **Asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta (1311/1996)**

3 § Tukea voi saada, jos metsänuudistamisen seurauksena syntynyt taimikko on tuhoutunut maanomistajasta riippumattomasta syystä

- Tuki voidaan evätä, jos käy ilmi, että metsä on uudistettu metsälainsäädännön vastaisesti käyttäen alkuperältään sopimatonta aineistoa

• **Asetus metsänviljelyaineiston kaupasta (1055/2002)**

14 § Suomessa tuotetusta ja markkinoitavasta metsänviljelyaineistosta on annettava ostajalle luokkiin alustavasti testattu ja testattu kuuluvan aineiston käyttöalue.

- Vaatimus ei koske toisessa EU-maassa tuotettuja ja Suomeen markkinoituja taimia. Taimien ostajat voivat kuitenkin edellyttää, että toimittaja ilmoittaa taimille käyttöalueen.

- Useimmat taimien tuojat ovat sitoutuneet vapaaehtoisesti noudattamaan Suomen lainsäädäntöön kansallisesti sovittuja lisävaatimuksia käyttöalueista.

- Ulkomaisesta siemenestä Suomessa kasvatetuille taimille pitää antaa käyttöalue. Säädökset eivät määrää, kuka käyttöalueen saa määrittää. Määrittämisessä tulee kuitenkin aina käyttää yleisesti hyväksytyjä periaatteita.

- Metsäntutkimuslaitos antaa pyydettyä lausunnon ulkomaisen aineiston soveltuvuudesta Suomen olosuhteisiin ja suosituksen käyttöalueeksi

Alkuperäsiirtoihin liittyvän lainsäädännön on koonnut ylitarkastaja Kari Leinonen. Hän vastaa Evirassa (Elintarviketurvallisuusvirasto) metsänviljelyaineiston kauppaan liittyvistä asioista.

Kari Leinonen

Liotuslämpötilan ja -ajan vaikutus kuusen siementen itämiseen

Katri Himanen

Taustaa

Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen toimintayksikön metsäpuiden siemenlaboratoriossa on tutkittu taimitarhakylvöjä edeltävien liotuskäsittelyiden vaikutusta kuusen siementen itämiseen. Liotuskäsittelyissä siementen vesipitoisuus nousee, jolloin itäminen voi alkaa kylvön jälkeen turpeessa nopeasti.

Tutkimuksen ensimmäisessä osassa selvitettiin kolmen erilaisen liotustavan ja kahden liotusajan vaikutusta siementen itämiseen laboratorio-olosuhteissa petrimaljoilla sekä kasvatuskennostoissa turpeessa (Himanen 2008). Kokeillut liotustavat olivat seisovan (kuva 1), ilmastetun ja vaihtuvan veden käsittelyt. Liotusaikoina käytettiin 12 ja 24 tuntia. Käsittelyt tehtiin 21 °C lämpötilassa. Käsittellyt siemenet itivät käsittelimättömiä aikaisemmin, mutta itämiskapasiteettiin (itämisprosentti 21 vrk jälkeen) liotuksilla ei ollut vaikutusta. Liotustapojen vaikutusten välillä ei havaittu eroja, mutta 24 tunnin käsittelyt aikaistivat itämistä 12 tunnin käsittelyjä enemmän.

Kuusen siementen optimaalinen itämislämpötila on noin 20–22 °C. Tätä alemmissa ja korkeammissa lämpötiloissa itäminen hidastuu ja lopulta lakkaa. Lämpötila vaikuttaa biokemiallisten reaktioiden nopeuteen, mm. siementen hapenkulutukseen. Taimitarhoilla liotuksia ei välttämättä ole mahdollista toteuttaa itämisen optimilämpötilassa. Tutkimuksen toisessa osassa selvitettiin

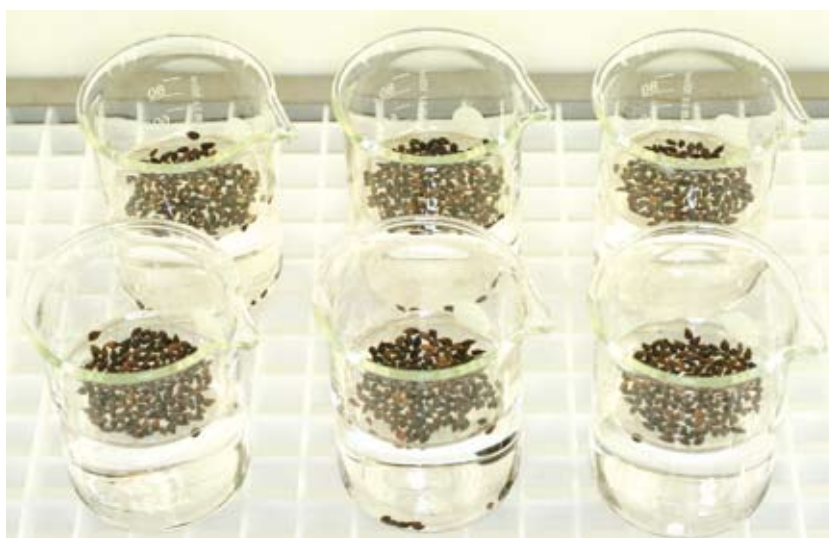
kuinka 24 tuntia pidemmät liotukset erilaisissa lämpötiloissa vaikuttavat itämiseen.

Käsittelyajat ja -lämpötilat

Tutkimuksessa kokeiltiin 12, 24, 36, 48, 60 ja 72 tunnin liotusaikoja. Käsittelyt tehtiin 15, 24 ja 29 °C lämpötiloissa jatkuvassa valossa. Mukana oli kolme metsikkösiemenettä. Kaksi eristä oli kerätty vajaa vuosi ennen koetta (erät ”tuore I” ja ”tuore II”) ja yhtä eristä oli varastoitu 17 vuoden ajan (”vanha” erä). Siemenet pintakuivattiin käsittelyn jälkeen ja idätettiin petrimaljoilla 20 °C:ssa. Veden pinnalle kellumaan jääneitä ja astian pohjalle vajonneita siemeniä ei eroteltu liotuksen jälkeen toisistaan.

Lämpötilalla suuri merkitys käsittelyn vaikutuksiin

Käsittelyt nostivat kaikkien kolmen siemenen itämistarmoa (itämisprosentti 7 vrk jälkeen) verrattuna käsittelemättömiin siemeniin, kun liotukset tehtiin 15 tai 24 °C:ssa (kuva 2). Kokeilluista käsittelylämpötiloista 29 °C osoittautui huonoimmaksi. Molempien tuoreiden siemenerien itämistarmot alenivat käsittelemättömiin siemeniin verrattuna huomattavasti, kun liotus 29 °C:ssa kesti 60 tai 72 tuntia. Mitkään liotusajan ja -lämpötilan yhdistelmät eivät laskeneet vanhan siemenen itämistarmoa kontrolliin verrattuna, mutta yli 36 tunnin liotukset 29 °C:ssa osoittautuivat muita käsittelytapoja huonommiksi. Kaikkien siemenerien itämiskapasiteetit laskivat käsittelemättömiin



Kuva 1. Kuusen siemenille turvallinen liotuslämpötila on 15–24 °C. Yli 36 tuntia kestävää liotusta ei suositella, koska siemenkuoret voivat aueta pitkän käsittelyn aikana, jolloin siemenet tulevat alttiiksi kylvön aikaisille vaurioille. (kuva Katri Himanen)

siemeniin verrattuna, kun liotukset 29 °C:ssa kestivät 36 tuntia tai sitä pidempään.

Käsittelyiden vaikutukset vaihtelevat siemenierittäin

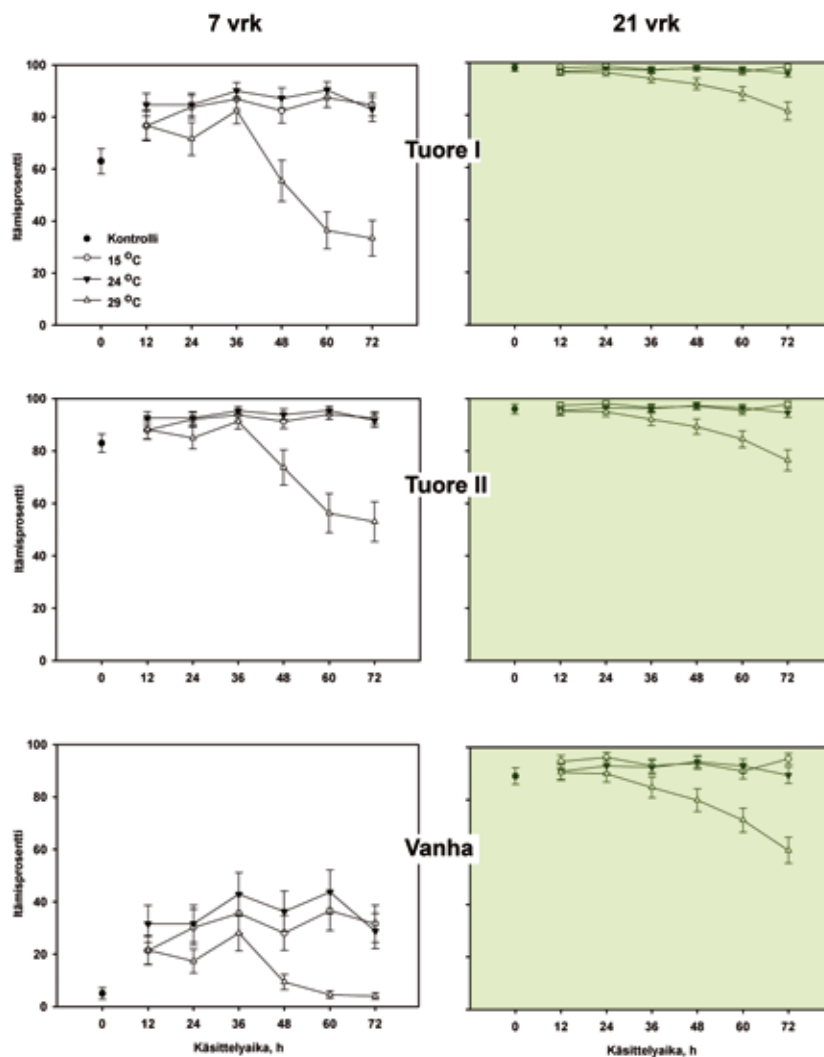
Siemenierät poikkeavat monilta ominaisuuksiltaan toisistaan ja myös liotusaika ja -lämpötila vaikuttavat eri tavoin eri siemenierien itävyyteen. Ei ole olemassa käsitteilyä, joka antaisi parhaan mahdollisen tuloksen kaikilla siemenierillä. Sen sijaan liotusajalle ja -lämpötilalle voidaan määritellä turvalliset rajat, joiden puitteissa käsittelystä ei aiheudu siementen itämiselle ainakaan haittaa.

Kaikilla kokeessa mukana olleilla siemenierillä itämisen optimilämpötilaa selvästi korkeampi 29 °C osoittautui huonoimmaksi käsittelylämpötilaksi. Korkeat lämpötilat hidastavat siementen itämistä, mutta optimilämpötilaa korkeampien lämpötilojen itämistä heikentävä vaikutus voi olla seurausta myös siementen hapenpuutteesta. Lämpötilan noustessa siementen ja myös niiden pinnalla ja vedessä olevien mikrobien hapenkulutus kiihtyy, jolloin siementen hapensaanti voi heikentyä. Hapenpuute hidastaa itämistä tai voi estää sen kokonaan. Tutkimuksen perusteella liotuskäsittelyt on turvallista tehdä 15–24 °C lämpötilassa.

Vaikka pitkäkään liotukset eivät välttämättä alenna itämistarmoa tai -kapasiteettia, siemenkuoret saattavat aueta pitkien käsittelyiden aikana. Siemenet, joiden siemenkuoret ovat raollaan, ovat kylvössä alttiita vaurioille. Tästä syystä yli 36 tunnin käsittelyitä ei kannata käyttää.

Viite

Himananen, K. 2008. Kuusen siementen itämistä voidaan jouduttaa liotuskäsittelyllä. Taimiuutiset 3: 22–23.



Kuva 2. Kolmen siemenierän kontrollisiementen itämistarmo ja -kapasiteetti (7 ja 21 vrk itämisprosentit) sekä näiden keskivirhepylväät. Käsittelyjen siementen itämistarmo ja -kapasiteetti sekä näiden keskivirheet ovat logistisen regressiomallin ennusteita. Eriä "tuore I" ja "tuore II" oli varastoitu vajaa vuosi ja "vanha" erän siemeniä 17 vuotta ennen koetta.

Kuusen taimien karaistuminen ja pakkaskestävyys syksyllä

Kyösti Konttinen, Jaana Luoranen
ja Risto Rikala

Johdanto

Taimien karaistuminen, ensimmäiset hallat ja taimien pakkasvarastointi ovat taimenkasvattajalle tuttuja jännittämisen aiheita lähes joka syksy. Usein pohditaan kestävätkö taimet tulevan yön ennustetun hallan vai täytyykö varautua ”hallaamaan” taimia (suojaamaan taimia kastelemalla). Entä kuinka hallavauriot ilmenevät syksyn eri vaiheissa – pystytäänkö ne tunnistamaan ja sen perusteella arvioimaan saantotappiot kevään lajitte- lussa. Myöhemmin syksyllä mietitään, milloin taimia voidaan ryhtyä

pakkaamaan pakkasvarastoon niin, että taimet varmasti kestävät varastoinnin. Muistellaan edellisvuosien säitä, pakkausajankohtia sekä taimien menestymistä pakkasvarastossa ja pohditaan, onko karaistumiskehityksessä eroja eri vuosien välillä?

Suonenjoella on viimeisen kymmenen vuoden aikana seurattu taimien pakkaskestävyyden kehitystä erilaisissa kokeissa, joissa on tutkittu mm. lyhytpäiväkasittelyn, kylvöajankohdan ja lannoituksen vaikutusta taimien pakkaskestävyyteen. Heräsi ajatus, antaisiko tämän aineiston yhdistäminen vastauksia edellä esitettyihin kysymyksiin. Sitä ja näiden kokeiden aikana kertynyttä tietoa ja kokemusta kirjallisuustiedoilla maustettuna on tarkoitus käydä läpi tässä artikkelissa.

Tutkimusaineisto

Suonenjoella on syksyinä 1998–2008 (ei 2002) tehty kuusen taimien pakkastestejä neulasten karaistumisen ja pakkaskestävyyden selvittämiseksi. Testeissä on ollut mukana keskisuomalaisia siemen- viljelmä- (sv. 111, 112 ja 177) tai metsikköalkuperistä kasvatettuja taimieriä yhteensä 21 (10 erää 1 v. ja 11 erää 2 v. taimia). Neulasten lisäksi 9 taimierästä on tutkittu myös rangan ja päätesilmun pakkaskestävyyttä. Yksivuotiaat taimierät on kylvetty pääasiassa huhtikuun lopulla ja taimet on siirretty muovihuoneesta ulos heinäkuussa. Kaksivuotiaat taimet on kylvetty edellisellä kesänä toukokuun lopulla tai ke-



Kuva 1. Neljänä eri ajankohtana (19.8., 9.9., 22.9. ja 28.10.2008) altistettujen sekä vertailu (ei altistettu) taimien vauriot 11.11. kuvattuna. Kuvan taimien altistustlämpötilat -10 °C (19.8.-22.9.) ja -50 °C (28.10.). (kuva Risto Rikala)



Kuva 2. Elo-syyskuun vaihteessa hallassa vaurioitunut puutumaton taimi. Silmu ja oksankärjet ruskehtuvat ja ranka käyristyy. (kuva Risto Rikala)





Kuva 3. Kuusentaimen terve kärkisilmu (vasemmalla), pakkasaltistuksessa osittain vaurioitunut, josta osa neulasaiheista on lähtenyt kasvuun (keskellä) ja täysin vaurioitunut silmu (oikealla). (kuvat Pekka Voipio)

säkuussa. Aineistossa ei ole mukana lyhytpäiväkäsiteltyjä (LP) taimia.

Pakkastestejä on tehty kaikkiaan 59 kpl. Pääosa testeistä ajoittuu elokuun lopulta syyskuun lopulle. Testien määrä yhtä taimierää kohti on vaihdellut 1–5 testiin syksyn aikana. Jos testejä on ollut vain yksi, se on tehty elo-syyskuun vaihteessa. Jokaisessa testissä on käytetty 3, 4 tai 6 altistuslämpötilaa. Näistä tuloksista on laskettu neulasten pakkaskestävyyden ns. LT_{10} -arvo eli se lämpötila, jossa 10 % neulasista vaurioituu. Kaikki 59 testin tulokset on koottu samaan kuvaan (kuva 5).

Miksi on käytetty LT_{10} arvoa eikä sitä lämpötilaa, jonka taimet vielä kestävät ilman vaurioita? Jokaisella taimella on oma vaurioitumislämpötila ja taimierän ”heikointa lenkkiä” on vaikea määrittää. LT_{10} -arvo on luotettavampi, varsinkin kun eri testejä verrataan toisiinsa. Luotettavin olisi LT_{50} -arvo (50 % taimista vaurioituu), mutta se taas palvelee huonosti käytännön taimituotantoa.

Kasvuolosuhteet

Kasvukausien 1998–2008 lämpösummakertymien keskiarvo 31.8. mennessä oli 1123 d.d. (vaihtelu 991–1337) ja 31.10. mennessä 1303

d.d. (1040–1504). Lämpimin vuosi oli siis lähes 50 % kylmintä lämpimämpi. Vuorokauden keskilämpötilojen keskiarvo oli syyskuussa 9,7 °C (vaihtelu 7,6–11,3) ja minimilämpötilojen keskiarvo 5,9 °C (4–7,8)

Lämpimin kasvukausi ja myös lämpimin syyskuu oli 2006. Kylmin kasvukausi ja myös kylmin syyskuu oli 2008.

Kuinka pakkasvauriot näkyvät

Neulaset

Elokuussa ja vielä syyskuussakin hallan vaurioittamat neulaset ruskettuvat ja vauriot voi selvästi erottaa terveistä neulasista. Vauriot alkavat näkyä jo muutaman päivän kuluttua pakkasaltistuksesta. Lokuun lopulla, kun karaistuminen on ehtinyt pitemmälle, vaurioituneet neulaset eivät rusketu, vaan kellastuvat tai harmaantuvat ja vaurioita on vaikeampi erottaa terveistä neulasista. Vauriot myös ilmenevät hitaammin, vasta 1–2 viikon kuluttua. (kuva 1)

Silmu ja ranka

Elokuun lopulla vielä osittain kehittymätön silmu ja puutumaton rangan yläosa vaurioituvat herkästi. Silmu ruskettuu ja rangan yläosa käyristyy (kuva 2). Myöhemmin syksyllä, kun silmu on kehittynyt, vauriota ei näe päällepäin. Silmu on halkaistava ja tarkasteltava silmun keskellä olevaa 1–2 mm:n läpimitaista neulasaiheiden muodostamaa palloa. Terveessä silmussa neulasaiheet ovat kirkkaan vihreitä ja vaurioituneessa silmussa aluksi kelmeän vaaleanvihreitä ja myöhemmin ruskeita (kuva 3). Myöskään rankavaurioita ei aina näe päällepäin, vaan ranka täytyy halkaista. Halkaistusta rangasta tarkastellaan jälleen ja kuoren väriä. Terve jälsikerros on vihreä, vaurioitunut on ruskea tai ruskehtava (kuva 4). Rankavauriot alkavat yleensä latvasta, mutta vaurioita voi olla myös alempana, joten koko ranka on aina tarkastettava.

Neulasten, silmun ja rangan karaistuminen

Elokuun lopulla neulaset alkavat vaurioitua jo -3 °C:ssa (kuva 5). Jos taimissa on jälkikasvua (silmu puhjennut ennenaikaiseen kasvuun;

katso Rikala 2008), se vaurioituu ensimmäisenä. Silmu ja rangan yläosa vaurioituvat yhtä herkästi kuin neulaset.

Syyskuun puolivälin jälkeen silmu on jo kehittynyt ja ranka puutunut. Hallavauriot alkavat taimen latvasta, silmun ympärillä olevista neulasista ja sivuoksien usein varjossa olevista neulasista (kuten kuvan 1 keskimmäisestä taimesta voi havaita). Vähäiset neulasvauriot eivät yleensä merkitse silmun tuhoutumista. Syyskuun lopulla neulaset (kuva 5) ja silmut saavuttavat n. $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (LT_{10}) kestävyysrangan kestäessä jo alhaisempia lämpötiloja (Luoranen ym. 2008 ja 2009).

Lokakuun puoliväliin mennessä neulasten ja rangan pakkaskestävyys on jo kehittynyt huomattavasti silmuja pidemmälle. Tuoloin neulaset kestävät $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Lokamarraskuun vaihteessa neulaset kestävät $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (kuva 5) ja ranka $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (mm. Luoranen ym. 2009), mutta silmut vasta $-15\ldots -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (mm. Luoranen ym. 2008, 2009). Silmujen testaamista vaikeuttaa se, että niiden pakkaskestävyys ilmeisesti voi heiketä jo hyvin lyhyen, muutaman tunnin, lämpöjakson jälkeen (esim. huoneen lämpötilassa) (Räisänen ym. 2006). Lämpötilan nopeat muutokset voivat siis periaatteessa aiheuttaa silmujen vaurioitumisen luonnossakin. Myös neulasten pakkaskestävyys voi heiketä, mutta vain jos taimet joutuvat useammaksi viikoksi uudelleen lämpimiin olosuhteisiin (esim. myöhäissyksyn lämpöjakso) (Rikala ja Kontinen 2008).

Tässä tutkimusaineistossa ei ollut eroja 1- ja 2-vuotiaiden taimien välillä neulasten karaistumisnopeudessa tai pakkaskestävyydessä (kuva 5). Taimien neulasten pakkaskestävyydestä tulokset eivät näytä myöskään poikkeavan suurempien puiden neulasten pakkaskestävyydestä. Suonenjokelaisten 15-25 v. kuusten ja mäntyjen neulaset ovat saavuttaneet syyskuun lopussa alle $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ja lokakuun lopulla noin $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ (LT_{10}) kestävyysrangan (Repo 1992).



Kuva 4. Eriasteisia rankavaurioita kuusella: vasemmalla terve, keskellä lievästi laikuittain vaurioitunut (taimi on jo neulasten rusketumisen perusteella raakki) ja oikealla täysin vaurioitunut taimi. (kuva Erkki Oksanen)

Aineisto ei anna riittävää pohjaa eri vuosien sääolosuhteiden vaikutusten selvittämiseen, mutta muuttamat havainnot viittaavat siihen, että lämmin syksy voi hidastaa karaistumista. Esimerkiksi kuvan 5 heikompa pakkaskestävyyttä osoittavat rengastetut havaintopisteet ovat vuodelta 1999, jolloin syksy oli keskimääräistä lämpimämpi.

Mitkä tekijät vaikuttavat taimien karaistumiseen?

Taimien alkuperä

Taimien alkuperä vaikuttaa karaistumisaikatauluun ja pakkaskestävyyteen. Taimitarhaa pohjoisempi alkuperä karaistuu aiemmin ja kestää syksyllä alhaisempia lämpötiloja kuin paikallinen alkuperä. Taimitarhaa eteläisempi alkuperä taas karaistuu paikallista alkuperää myöhemmin (Luoranen ym. 1994, Kontinen ym. 2007).

Kylvöaika

Kylvöaika vaikuttaa karaistumiseen vain kylvövuonna. Jos kylvö tehdään kesäkuun lopulla tai vasta heinäkuussa, taimien kasvuaika jää lyhyeksi ja ne karaistuvat hitaam-

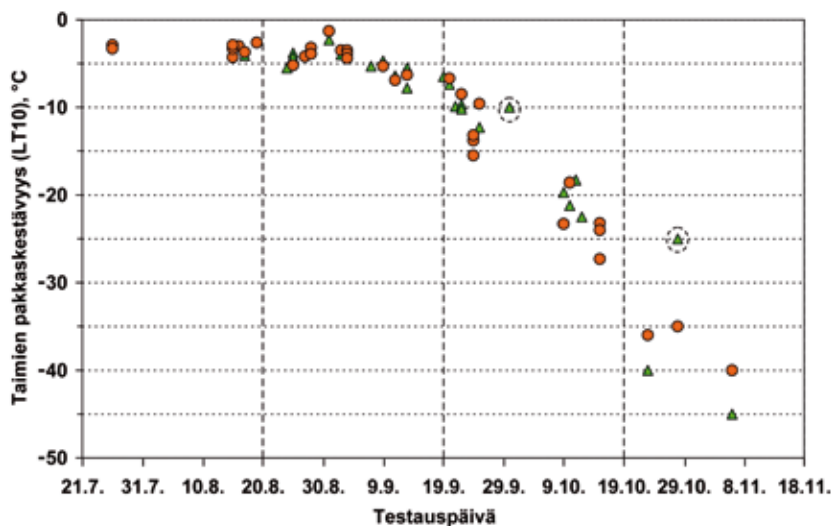
min kuin aikaisemmin kylvetyt taimet. Taimet onkin yleensä pidetty muovihuoneessa lokakuun loppuun saakka (mm. Kontinen ym. 2000).

Lannoitus

Taimien karaistumista edistää parhaiten tasapainoinen lannoitus koko kasvukauden ajan. Alhainen ravinnetaso huonontaa karaistumista syksyllä (Rikala ja Repo 1997, Luoranen ym. 2008). Liian voimakas typpilannoitus taas voi viivästyttää karaistumista, mutta typpilannoitus kasvun päättymisen jälkeen voi parantaa pakkaskestävyyttä. Lannoitusta ei pidä kuitenkaan kesällä lopettaa kesken, sillä douglaskuusella on saatu tuloksia, joiden mukaan keskikesällä lopetettu typpi-fosfori lannoitus hidastaa taimien karaistumista verrattuna koko kesän lannoitettuihin taimiin (Hawkins ym. 1996).

Kastelu

Hyvin kuiva tai hyvin kostea kasvualusta viivästyttää päätesilmun muodostumista (Khan ym. 1996) ja voi heikentää pakkaskestävyyttä myöhemmin syksyllä (MacDonald ja Owens 1988). Toisaalta taas eri kastelutasoilla (30 %, 40 % ja 55



Kuva 5. Kuusen 1-vuotiaiden (vihreä kolmio) ja 2-vuotiaiden (oranssi ympyrä) taimien neulasten pakkaskestävyyden kehitys syksyllä. Tulokset edustavat kaikkiaan 21 taimierällä, vuosien 1998–2008 aikana tehtyä 59 pakkastestiä. Jokaisessa pakkastestissä on käytetty 3–6 lämpötilaa ja jokaisessa lämpötilassa 10–20 tainta. Taimien pakkaskestävyyttä kuvaa LT_{10} arvo, jolloin 10 % neulasista on vaurioitunut. Rengastetut havainnot ovat vuodelta 1999, jolloin syksy oli keskimääräistä lämpimämpi.

% turpeen tilavuudesta) ei ole ollut eroja 2-vuotiaan valkokuusen karaistumisessa (Carles ym. 2008). Yleinen käsitys on kuitenkin, että lievä kuivuusstressi lisää karaistumista ja tätä tukevia tuloksia on saatu myös tutkimuksissa (Blake ym. 1979).

Muovihuone/avomaa kasvatus

Yksivuotiaita, kylvöä seuraavana keväänä istutukseen lähteviä taimia, on aikaisemmin kasvatettu muovihuoneessa myöhäiseen syksyyn saakka (Colombo 1997). Tästä käytännöstä on meillä paljon luovuttu. Taimet kyllä karaistuvat syksyllä muovihuoneessakin, jos niitä pidetään siellä riittävän pitkään. Myöhäiseen syksyyn jatkuvan muovihuonekasvatuksen ongelmaksi voi kuitenkin muodostua taimien ulossiirtovaihe. Jos lämpötila laskee nopeasti $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$:een ja alle ja lisäksi on tuulinen sää, se voi aiheuttaa solujen jääymistä hyvin karaistuneillaikin taimilla. Suurempi riski on ehkä kuitenkin se, että juuret voivat vaurioitua, jos ne joutuvat pian ulossiirron jälkeen liian alhaisiin lämpötiloihin (Colombo 1997). Kun taimia

on kasvatettu muovihuoneessa lokakuun loppuun saakka, on juurten pakkaskestävyys ollut huonompi kuin aikaisemmin ulossiirrettyillä taimilla (Konttinen 2005).

Kaksivuotiaat taimet kasvatetaan toisena kesänä tavallisesti ulkona. Kokeissa niitä on kasvatettu myös toisena keväänä muovihuoneessa 20.6. saakka. Taimien karaistumisessa ja pakkaskestävyydessä ei ole syksyllä ollut eroa olivatpa taimet olleet kevätkesällä ulkona tai muovihuoneessa, vaikka muovihuoneessa olleiden taimien saama lämpösumma on ollut 300 d.d. korkeampi kuin koko kesän ulkona kasvaneilla taimilla. (Luoranen ym. 2009).

Paljonko lyhytpäiväkäsittely nopeuttaa karaistumista?

Päivän lyheneminen on ensimmäinen vaihe karaistumisen käynnistymisessä. Pituuskasvu päättyy ja silmun muodostuminen alkaa. Toisen vaiheen käynnistää $0 \dots +5\text{ }^{\circ}\text{C}$:n lämpötila, jolloin pakkaskestävyys paranee ja kolmannessa vaiheessa kuusi saavuttaa maksimaalisen pakkaskestävyyden, kun lämpötila laskee $-30 \dots -50\text{ }^{\circ}\text{C}$:een. Keinote-

koisella päivän lyhentämisellä, lyhytpäivä (LP) -käsittelyllä, voidaan taimien karaistumiskehitystä vielä aikaistaa. LP-käsittely lisää taimien pakkaskestävyyttä elokuussa ja syyskuun alkupuolella $3\text{--}6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (mm. Luoranen ym. 2009). LP-käsiteltyjen taimien pakkaskestävyys voi olla parempi vielä lokakuun alkupuolella (Konttinen ym. 2007), mutta myöhemmin erot tasoittuvat.

LP-käsittelyn ajankohta ja käsittelyjakson pituus vaikuttavat pakkaskestävyyteen. Varhaisten, kesäkuussa aloitettujen käsittelyjen vaikutus ei ulotu yhtä myöhään syksyllä kuin heinäkuun ja elokuun käsittelyjen (Luoranen ym. 2009). Lyhyt yhden viikon käsittely ei myöskään nopeuta karaistumista niin paljon kuin 2–3 viikon käsittely (Konttinen ym. 2003).

Taimien pakkasvarastointi

Taimien pakkasvarastointia suunniteltaessa on tärkeää tietää, ovatko juuret karaistuneet. Juurten karaistumiskehitys on paljon versoa hitaampaa, eivätkä ne kestä läheskään yhtä alhaisia lämpötiloja kuin verso. Päivänpituus ei vaikuta tai vaikuttaa hyvin vähän juurten karaistumiseen. Juuret karaistuvat syksyllä lämpötilan laskun myötä (Bigras ym. 2001), mutta vielä syyskuun lopulla juuret voivat vaurioitua $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa ja lokakuun lopulla $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa (Konttinen 2005). Talven mittaan juuret voivat saavuttaa enimmillään $-18 \dots -25\text{ }^{\circ}\text{C}$:n kestävyys (Lindström, 1986, Lindström ja Stattin 1994).

Juurten pakkaskestävyyden mittaaminen on hyvin hankalaa. Tästä syystä pakkasvarastoinnin aloittamisen ajankohta on määritelty verson pakkaskestävyyden perusteella. On katsottu että, jos verso kestää $-18 \dots -25\text{ }^{\circ}\text{C}$, ovat juuretkin jo riittävän karaistuneita pakkasvarastoinnin aloittamiseen (mm. Krasowski ym. 1994, Camm ym. 1994, Lindström 1998). Tämän artikkelin tutkimusaineiston perusteella versot saavuttivat $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ kestävyys lokakuun

puolivälissä (kuva 5). Syksyllä 2007 sekä 1 v. että 2 v. kuusen taimia siirrettiin pakkasvarastoon (-5 °C:een) 11.9., 25.9., 9.10. ja 23.10. Tuolloin siirtopäivinä neulasten pakkaskestävyydet (LT_{10}) olivat -7 °C, -10...-12 °C, -20...-23 °C ja -36...-40 °C. Syyskuussa varastoidut taimet kärsivät vaurioita, mutta lokakuussa varastoidut menestyivät hyvin. Saman tuloksen ennusti em. kokeessa kokeiltu, pakkasvarastointivalmiuden testaamiseen tarkoitettu nopea ”geenitesti” (Rikala ja Konttinen 2008).

Päätelmiä

Kymmenen vuoden aikana eri kokeissa saadut pakkaskestävyyshavainnot asettuvat varsin hyvin samalle käyrälle (kuva 5), ts. kuusentaimet karaistuvat lähes samalla tavalla vuodesta ja taimen iästä riippumatta. Osa hajonnasta on varmasti todellista johtuen eri vuosien sääoloista sekä kosteus- ja ravinte-tilanteesta, osan johtuessa menetelmäeroista eri vuosien mittauksissa. Tulokset edustavat keskiarvoilaisia kuusen alkuperiä ja Suonenjoen kasvatusolosuhteita. Samalla taimitarhalla kasvatettuna pohjoisemmat alkuperät karaistuvat aikaisemmin ja eteläisemmät alkuperät myöhemmin.

Syksyn hallavaurioiden arviointi onnistuu muutaman päivän odotuksen jälkeen elo-syyskuussa, mutta vaikeutuu, mitä myöhemmin syksyllä taimet vaurioituvat. Lokakuun vauriot eivät saata tulla näkyviin lainkaan vielä syksyllä, jos taimia ei nosteta lämpimään ja tarkkailla 2–3 viikkoa. Koska taimen eri osien pakkaskestävyys kehittyy eri tavoin, on neulasten lisäksi tarkkailtava myös mahdollisia silmu- ja rankavaurioita halkaisemalla ja tutkimalla niitä suurennuslasilla. Pakkaskestävyyskäyrän samoin kuin aiempien kokeiden perusteella Etelä- ja Keski-Suomessa pakkasvarastointi on turvallista aloittaa vasta lokakuun toisella tai kolmannella viikolla, kun

neulaset kestävät -20 °C pakkasen. Poikkeuksellisen lämpimät sääjaksot voivat viivästyttää karaistumista vielä tästäkin.

Kirjallisuus

- Bigras, F.J. Ryypö, A., Lindström, A. & Stattin, E. 2001. Cold acclimation and deacclimation of shoots and roots of conifer seedlings. Teoksessa: Bigras, F.J. & Colombo, S.J. (toim.)_Conifer cold hardiness. Kluwer Academic Publishers. s. 57–88.
- Blake, J., Zaerr, J. & Hee, S. 1979. Controlled moisture stress to improve cold hardiness and morphology of douglas-fir seedlings. Forest Science 25(4): 576–582.
- Camm, E. L., Goetze, D. C., Silim, S. N. & Lavender, D. P. 1994. Cold storage of conifer seedlings: An update from the British Columbia perspective. The Forestry Chronicle 70: 3.
- Carles, S., Lamhamedi, M. S., Stowe, D. C., Margolis, H. A., Bernier, P. Y., Veilleux, L. & Fecteau, B. 2008. Frost tolerance of two-year-old *Picea glauca* seedlings grown under different irrigation regimes in a forest nursery. Scandinavian Journal of Forest Research 23: 137–147.
- Colombo, S. J. 1997. Frost hardening spruce container stock for overwintering in Ontario. New Forests 13: 449–467.
- Hawkins, B. J., Henry, G. & Whittington, J. 1996. Frost hardiness of *Thuja plicata* and *Pseudotsuga menziesii* seedlings when nutrient supply varies with season. Canadian Journal of Forest Research 26: 1509–1513.
- Khan, S., Rose, R., Haase, D. & Sabbin, T. 1996. Soil water stress - its effect on phenology, physiology and morphology of containerized Douglas-fir seedlings. New Forests 12(1): 19–39.
- Konttinen, K. 2005. Kuusen taimien juurten karaistuminen syksyllä muovihuoneessa ja ulkona. Taimiuutiset 3: 8–11.
- Konttinen, K., Rikala, R. & Luoranen, J. 2003. Timing and duration of short-day treatment of *Picea abies* seedlings. Baltic Forestry, 9 (2): 2–9.
- Konttinen, K., Rikala, R. & Luoranen, J. 2000. Kylvöajankohta ja kuusen taimien pituuskehitys ja karaistuminen. Poteri, M. (toim.) Taimitarhatutkimuksen vuosikirja 2000. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 788: 56–60.
- Konttinen, K., Luoranen, J. & Rikala, R. 2007. Growth and frost hardening of *Picea abies* Seedlings after various night length treatments. Baltic Forestry. 13(2):140–148.
- Krasowski, M. J., Caputa, A. & Hawkins, C.D.B. 1994. Can foliage water content measurement replace freezer tests in determining a safe lifting time for frozen storage of conifer seedlings? Fort Collins Co U.S. Department of agriculture. Forest Service, General Technical Report RM-257: 261–167.
- Lindström, A. 1986. Freezing temperature in the root zone – effects on growth of containerized *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. Scandinavian Journal of Forest Research 1: 371–377.
- Lindström, A. 1998. Taimien talvivarastointikurssi Suonenjoella 16.9.1998. Moniste 6 s.
- Lindström, A. & Stattin, E. 1994. Root freezing tolerance and vitality of Norway spruce and Scots pine seedlings; influence of storage duration, storage temperature, and prestorage root freezing. Canadian Journal of Forest Research 24(12): 2477–2484.
- Luoranen, J., Puttonen, P. & Rikala, R. 1994. Lyhytpäiväkäsittely kuusen paakkutaimien kasvatuksessa. Folia forestalia – Metsätieteen aikakauskirja 1994(1): 51–67.
- Luoranen, J., Lahti, M. & Rikala, R. 2008. Frost hardiness of nutrient-loaded two-year-old *Picea abies* seedlings in autumn and at the end of the freezer storage. New Forests 35: 207–220.
- Luoranen, J., Konttinen, K. & Rikala, R. 2009. Frost hardening and risk of a second flush in Norway spruce seedlings after early-season short-day treatment. Silva Fennica (hyväksytty käsikirjoitus)
- MacDonald, J. E. & Owens, J. N. 1988. The use of developmental studies in refining dormancy induction treatments for containerized seedlings: A Douglas-fir example. Teoksessa: Morgernstern, E.K. Boyle T.J.B. & Truro, N.S. (toim.) Proc, 21th Can. Tree Improvement Association. Part 2. Tree Improvement - Progressing together. August 17–21, 1987: 197.
- Repo, T. 1992. Seasonal changes of frost hardiness in *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in Finland. Cana-



- dian Journal of Forest Research 22: 1949–1957.
- Rikala, R. 2008. Taimien jälkikasvut. Taimiutiset 4/2008: 13–14.
- Rikala, R. & Konttinen, K. 2008. ColdNsure-testi kuusen taimien pakkasvarastointivalmiuden mitauksessa. Taimiutiset 3: 6–9.
- Rikala, R. & Repo, T. 1997. The effect of late summer fertilization on the frost hardening of second-year Scots pine seedlings. New Forests 14: 33–44.
- Räsänen, M., Repo, T. & Lehto, T. 2006 Effect of thawing time, cooling rate and boron nutrition on freezing point of the primordial shoot in Norway spruce buds. Annals of Botany 97: 593–599.

Artikkelin tiedot perustuvat myös vuosina 2000, 2004, 2005, 2007 ja 2008 tehtyjen kokeiden julkaisemattomiin aineistoihin. Aikaisempien Taimiutiset -numeroiden sisällöt ovat luettavissa ja ladattavissa: www.metla.fi/metinfo/taimitieto/index.htm

Vieraslaajat, jotka voivat olla uhka tulevaisuudessa

Arja Lilja, Jarkko Hantula, Anna Rytönen, Michael Müller ja Antti Pouttu

Kasvitautilien joukossa on useita vieraslajeja, joiden maahanpääsyä yritetään estää lainsäädännön keinoin. Näitä karanteenilajeja ovat esimerkiksi tammen äkkikuolemaa ja varpukasvien versomustaa aiheuttava *Phytophthora ramorum*, ruskovyökaristein aiheuttaja *Mycosphaerella dearnessii* ja hollanninjalavataudin aiheuttajat *Ophiostoma ulmi*, *O. novo-ulmi* ja *O. novo-ulmi* alalajit. Vaaralliseksi kasvituhoojaksi on myös luokiteltu tukkien ja muun puutavaran mukana kulkeutuva mäntyankerooinen. Tämä sukkulamato leviää hyönteisten mukana mäntyihin ja ankeroiselle suotuisissa oloissa puut kuivuvat nopeasti. Uhkaava, karanteenistatuksen omaava vieraslaji on myös *Fusarium circinatum*, jonka pelätään leviävän meille taimien tai

siementen mukana. Toinen uhkaava laji, jota meillä ei vielä esiinny, on ruostesieni *Endocronartium harknessii*, joka aiheuttaa pahkoja mäntien runkoihin ja oksiin.

Uusi uhka – *Phytophthora ramorum*

Tammen äkkikuolema (Sudden Oak Death, SOD) on ollut nopeasti leviävä ja taloudellisesti merkittävä tauti Pohjois-Amerikassa. Taudissa puiden rungon pintaan syntyy tummia, hieman sisään painuneita kuoliolaikkuja ja koroja (kuva 1). Taudin edetessä puun lehdet tai neulat kellastuvat ja lopulta puu kuolee. Useimmiten puiden kuoleminen vie vuosia, mutta parkkitammilla, joilla tauti tuhoaa sekä lehdistöä että runkoa, kuoleminen on nopeaa ja voi ensimmäisten oireiden jälkeen kestää vain kuukauden.

Taudinaiheuttaja *P. ramorum* on tunnettu vuodesta 1993 lähtien Eu-

roopassa pääasiassa heiden ja alppiruusun lehti- ja versolaikkujen aiheuttajana. Viime vuosina *P. ramorum* on löytynyt Britanniaasta, Hollannista ja Latviasta myös yksittäisiltä tammilta ja muilta puulajeilta alueilla, joissa se on levinnyt puihin aluskasvillisuudesta. Erot metsätyypeissä sekä ilmastolliset tekijät ovat vaikuttaneet siihen, että Euroopassa ole syntynyt samanlaista tuhoa kuin Pohjois-Amerikan länsiosassa.

P. ramorum tartuttaa varpukasveilla ja puuvartisilla pensaille pääosin maanpäällisiä osia aiheuttaen versomustaksi nimetyn taudin. Useilla koristekasveilla on tänä vuonna raportoitu myös juuristovaurioita. Taudin oireet vaihtelevatkin suuresti isäntäkasvista riippuen. Alppiruusuilla, kuten monella muullakin kasvilla, ensioireita ovat ruskeat tai mustat, epäselvärajaiset laikut lehdissä ja kuoliolaikut oksissa. Heidellä nila ruskettuu varsinkin tyviosassa. Laikkujen levitessä tyven tai oksien ympäri, kasvi tai sen

osa kuihtuu. Kanervilla latvat saatavat käyristyä. Suomessa tautia on tavattu kotimaisissa alppiruusuissa.

*P. ramorum*in isäntäkasveja löydetään jatkuvasti lisää. Se tarttuu ja aiheuttaa oireita lukuisilla puulajeilla sekä puuvartisilla pensailla ja varvuilla. Moni-isäntäisenä lajina *P. ramorum* leviää helposti paikasta ja maasta toiseen taimikaupan mukana. Euroopan unionin sisämarkkinakaupassa *P. ramorum*in mahdollisilla isäntäkasveilla onkin oltava kasvipassi, jonka käyttöoikeuden myöntää kasvinsuojeluviranomainen. Kasvipassi osoittaa, että kasvien terveyttä sekä tuotantoa ja markkinointia koskevat määräykset on täytetty ja että tuotanto on virallisessa valvonnassa. Näistä säädöksistä huolimatta *P. ramorum* on useissa Euroopan maissa vakiintunut koristekasveja haittaavaksi tulokaslajiksi.

Uusi uhka – Ruskovyökariste

Mäntyjä Suomessa vaivaavien lukuisien neulaskaristetautien joukkoon saattaa piankin tulla vielä yksi lisää, sillä Keski-Euroopassa, Amerikassa, Aasiassa ja Afrikassa monia mäntylajeja vaivaava ruskovyökariste, *Mycosphaerella dearnessii* on todettu Virossa ja Ruotsissa viime vuonna (2008). Se on Suomessa hiljattain löydetyn punavyökaristeen sukulainen, mutta aiheuttaa neulasissa punaisien vöiden sijaan tumman ruskeita pilkkuja, laikkuja ja vöitä. Alunperin se lienee kotoisin Amerikasta ja on havaittu Euroopassa vasta 1970-luvulta lähtien. Euroopan ja Välimeren maiden kasvinsuojelujärjestön (EPPO) mukaan tämä karistesieni on vaarallisempi kuin punavyökariste, ja on luokitellut sen A2-luokan karanteenilajiksi.

Uhka tuotavassa puutavarassa – Mäntyankeroinen

Mäntyankeroinen (*Bursaphelenchus xylophilus*) on kotoisin Pohjois-Amerikasta, jossa useat mäntylajit ovat kehittyneet sille kestäväksi. Meidän mäntymme on erittäin herkkä tälle sukkulamadolle, ja kaikki havupuut jättiläistuijaa lukuunottamatta ovat mahdollisia isäntiä. Varsinaista lakastumistautia mäntyankeroinen aiheuttaa vain altiilla mäntylajeilla. Tauti siirtyy puusta toiseen hyönteisten mukana. Meillä vektorina voisivat toimia *Monochamus*-suvun tukkijäärät kuten suutari ja ranskanräättäli, jotka iskeytyvät lisääntymään vastakuolleisiin tai huonokuntoisiin puihin. Vastakuoriutuneet aikuiset tukkijäärät nakertelevat mäntyjen neulasia ja oksia ja näin sukkulamato leviää terveisiin mäntyihin. Levintä tapahtuu kuitenkin pääosin muninnan yhteydessä kuolleisiin havupuihin.

Mäntyankeroinen voi säilyä hengissä kuivassakin puuaineessa pitkään ja se kestää niinkin alhaisia lämpötiloja kuin -17 °C. Tämä sukkulamato vaatii kehittyäkseen yli 9,5 °C lämpötilan, mutta lisääntyy nopeasti vasta yli 25 °C lämpötilassa. Sillä on neljä toukka-astetta ja uusiin puihin se pystyy siirtymään kestotoukkana hyönteisvektorin avulla. Siirron onnistuttua se lisääntyy suotuisissa oloissa nopeasti ja valtaa rungon, oksat ja juuriston, jolloin puu kuivuu nopeasti aiheuttaen tyypilliset lakastumisoireet. Kuolevien mäntyjen rungot puolestaan ovat sopivia munintapaikkoja jäärille, jotka saavat ankerioistartunnan ja kiertokulku jatkuu. Suomen viileissä oloissa (kuukauden keskilämpötilat alle 20 °C) mäntyankeroisen lisääntyminen olisi hidasta ja suurin osa elävien puiden tartunnoista jäisi oireettomiksi ja siten erittäin vaikeasti havaittaviksi.

Euroopassa lajia on tavattu Portugalissa, jonne se levisi pakkausmateriaalin mukana. Tällä hetkellä kaikki Portugalista tuleva tavara, jossa saattaa olla puisia elementte-



Kuva 1. Tammen äkkikuolemalle tyypillisiä laikkuja kalifornialaisen tammen rungossa. (kuva Anna Rytkönen)

jä, kuten puisia pakkauslavoja, on EVIRA:n eritystarkkailussa. Lisäksi mäntyankeroinen on nyt levinnyt Espanjaankin. Mäntyankeroisen varalta on Suomessa tehty kriisivalmiussuunnitelma.

Uhka tuotavassa puutavarassa – Hollanninjalavatauti

Hollanninjalavataudin aiheuttaja *Ophiostoma ulmi* kulkeutui Euroopan 1910-luvulla. Tauti on saanut nimensä siitä, että sienen eristi huonokuntoisista jalavista hollantilainen Bea Schwartz 1922. Tauti vaatii kaarnakuoriaisvektorin, joka siirtää sienen toukkakäytäviinsä. Puu puolustautuu erittämällä kumimaista eritettä ja tylooseja, jotka puolestaan estävät normaalin vedenkulun puussa. Tauti näkyy aluksi oksien nuutumisenä ja myöhemmin kuivumisena. Ensimmäiseksi kellastuvat ja ruskettuvat puiden latvat.

Hollanninjalavatauti kulkeutui Euroopasta Pohjois-Amerikkaan puutavarassa olleiden hyönteisten mukana 1920-luvulla. Myöhemmin 1940-luvulla tauti palasi entistä ärhäkämpänä Amerikasta Eurooppaan. Ensimmäisen lievemmän



taudin ja epidemian aiheuttaja oli *Ophiostoma ulmi*, mutta seuraavan epidemian pääasiallinen syy oli todennäköisesti ärhäkempi sieni, joka vähitellen syrjäytti *O. ulmi*n. Tämä uusi sieni, *Ophiostoma novo-ulmi* kuvattiin omana lajinaan 1991. Myöhemmin havaittiin, että *O. novo-ulmista* esiintyy kaksi erilaista alalajia *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi* ja *O. novo-ulmi* subsp. *americana*. Euroopassa ja Euraasiassa tavataan molempia alalajeja. Näiden lajien pääasiallinen vektori on *Scolytus multistriatus*-kaarnakuoriainen, joka ei toistaiseksi kuulu Suomen hyönteislajistoon. Lajien ja alalajien on voitu osoittaa risteytyvän edelleen keskenään, joten taudinaiheuttajat voivat olla geneettisesti hyvin monimuotoisia Euroopassa, kun sen sijaan Pohjois-Amerikassa, jossa *O. novo-ulmi* subsp. *americana* on valitseva taudinaiheuttaja, geneettinen vaihtelu on niukempaa.

Ensimmäisen epidemian aikana hollanninjalavatauti tappoi 10–40 % eri maiden jalavista Euroopassa. Seuraava epidemia sen sijaan on tuhonnut miltei kaikki eurooppalaiset jalavat monesta maasta. Jo ensimmäisen epidemian jälkeen etsittiin taudille kestäviä puita. Myös eurooppalaisista jalavista on löytynyt kantoja, joissa fenolipitoisuudet ovat tavallista korkeampia. Siperianjalava on myös taudille kestävä, sillä sen kaarnan korkea terpeenipitoisuus estää tautia levittävän hyönteisen iskeytymisen puihin.

Norjassa ja Ruotsissa tauti on saanut suppeilla alueilla jalansijan. Norjassa vektorina toimii *S. multistriatus* -kuoriaisen sijaan *S. laevis*. Suomesta tautia on löydetty satunnaisesti 1960-luvulla, mutta tehokkaat hävitystoimenpiteet ja vektorihyönteisten puuttuminen ovat estäneet taudin vakiintumisen. Ilmastolämmetessä tilanne saattaa kuitenkin muuttua, koska *S. laevis*-kaarnakuoriaista tavataan Viron pohjoisrannikolla ja Tukholman seudulla.

Uhkaava tauti – Pihkakoro

Gibberella circinata-sienen suvuton aste on *Fusarium circinatum*, joka aiheuttaa lukuisilla mäntylajeilla ja douglaskuusella pihkakorotautin. Sieni aiheuttaa ongelmia sekä taimitarhoilla että metsässä. Tauti leviää siementen ja taimien mukana, mutta myös puista toiseen. Sen aiheuttamat tuhot ovat olleet mittavat sekä Pohjois-Amerikassa että Etelä-Afrikassa, jonne sieni siirtyi taimien mukana 1994. Nykyisin sitä on tavattu myös Chilessä, Meksikossa ja Japanissa. Viimeisimmät raportit taudista kertovan sen tuhoista Espanjassa ja Italiassa.

Sieni tarttuu puihin haavojen kautta. Myös monet puihin iskeytyvät kaarnakuoriaiset kuljettavat sienin itiöitä mukanaan. Ensimmäisiä oireita infektiosta ovat pihkaa vuotavat laikut, jotka oksien ympäri levitessään aiheuttavat laikun yläpuolisen osan kuivumisen. Laikkuja syntyy myös runkoon. Kuolleisiin oksiin ja varsinkin neulasarpiin syntyy lohenpunaisia itiöpahkoja, joissa syntyvät lukuisat itiöt levittävät taudin vielä terveisiin puihin ja saastuttavat kävyt ja siemenet.

Taimitarhoilla taimet kuolevat, mutta isompia puita tauti ei välttämättä tapa, vaikka hidastaa niiden kasvua. Maaperän kuivuus vähentää ja märkyys lisää tautia.

Meikäläinen metsämänty on erityisen altis taudille. Muilla mäntylajeille on jalostettu valinnan kautta kestäviä kantoja.

Uhkaava tauti – Läntinenpahkaruoste

Endocronartium harknessii on pohjoisamerikkalainen mäntyjen ruoste, joka aiheuttaa keltaisia pahkoja mäntyjen runkoon ja oksiin. Pahkat kehittyvät muutaman vuoden kuluessa tartunnasta. Pahkoissa kehittyvät keväisin helmi-itiöt, jotka tartuttavat edelleen uusia mäntyjä. Luonnossa pahkaruosteen isäntäkasvina ovat banksin-, ponderosa- ja kon-

tortamänty, mutta myös meikäläisen metsämännyn tiedetään olevan taudille erittäin herkän.

Pohjois-Amerikassa on useita männyn tervasrosoa muistuttavia ruostesieniä, mutta suurin osa niistä tarvitsee lisääntyäkseen väli-isäntiä, joita ei joko kasva Suomessa tai ne ovat harvinaisia. Siten niiden suuresta potentiaalisesta uhasta huolimatta tautien leviäminen Suomessa saattaa olla melko vaikeaa. Sen sijaan *E. harknessii*n leviämiselle ei tällaista estettä ole, vaan sieni leviää nopeasti männystä mäntyyn, mikäli sen itiöitä kulkeutuu tänne.

Läntinenpahkaruoste ei tuhoa kokonaisia metsiköitä, vaan saastuttaa joitain kymmeniä prosentteja puista, joiden kasvu hidastuu, puutavaran laatu huononee ja joissain tapauksissa puut jopa kuolevat. Siten tämän taudin mahdollinen rantautuminen vaikuttaisi todennäköisesti erittäin merkittävästi mäntyjen kasvatusedellytyksiin koko maassa.

Vieraslajien torjunta

Kotimaisen taimituotannon tukeminen ja kotimaista alkuperää olevien kasvien suosiminen sekä puutavaran ja pakkausmateriaalien valvonta ovat tehokkaita tapoja estää vieraslajien pääsy maahan. Varsinkin koristekasvikaupassa on riski saada ulkomailla tuotettujen taimien mukana uusia tauteja tai rikkakasveja suuri.

Metsätalouden käyttöön hyväksytyjä kasvinsuojeluaineita vuonna 2009

Eviran kotisivulla on vuoden 2009 kasvinsuojeluaineluettelo sekä siihen tehdyt päivitykset osoitteessa:

http://www.evira.fi/portal/fi/kasvintuotanto_ja_rehut/torjunta-aineet/torjunta-aineluettelo/

Eviran sivuilla on myös 'Kasvinsuojeluainerekisteri' -linkki, josta saa kattavasti tietoja, mm. pakkausten myynti-
päälystekstit ja käyttöturvallisuustiedotteet, kaikista rekisteröidyistä valmisteista.

Valmisteen varoitusmerkin kirjaintunnus ja varoitusmerkin nimi:

T	= myrkyllinen
Xn	= haitallinen
Xi	= ärsyttävä
N	= ympäristölle vaarallinen
-	= ei luokiteltu

RIKKAKASVIT, MUUT KUIN GLYFOSAATTIVALMISTEET				
Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luoki- tus	Käyttökohde, huomautukset
Fenix	<i>aklonifeeni</i>	600 g/l	N	Lepotilassa olevien havupuiden taimien koulinta-alat metsätaimatarhoilla
Casoron G	<i>diklobeniili</i>	67,5 g/kg	-	Koivun istutusalat
Reglone	<i>dikvatti</i>	200 g/l	T, N	Kylvöpenkit ennakotorjuntana
Gallery	<i>isoksabeeni</i>	500 g/l	Xi	Havupuiden taimien koulinta-alat metsätaimatarhoilla
Mogeton WP	<i>kinoklamiini</i>	250 g/kg	Xn, N	Maksasammalen torjunta havupuiden paakkutaimilla
Select	<i>kletodiimi</i>	240 g/l	Xn, N	Kylänurmikan ja muiden I-vuotiaiden heinämäisten rikkakasvien torjuntaan puuvartisten kasvien taimitarhoilta
Agil 100 EC	<i>propakvitsafoppi</i>	100 g/l	Xn, N	Koivun istutusalat, tehoa vain heinämäisiin rikkakasveihin
Focus Ultra	<i>sykloksidiimi</i>	100 g/l	Xn	Heinämäiset rikat viljelyaloilla ja tarhalla
Erikoiskasviaine 200912	<i>sykloksidiimi</i>	100 g/l	Xn	Heinämäiset rikat viljelyaloilla ja tarhalla

Taimitarhojen käyttökohteita lähellä on koristepuiden ja -pensaiden kasvatus. Siellä on rikkojen torjuntaan hyväksytty mm. Targa Super 5 EC, joka tehoa moniin heinämäisiin lajeihin, mutta ei muihin; lisäksi Basta.



RIKKAKAVIT, GLYFOSAATTIVALMISTEET

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde, huomautukset
Agromax 360 CHE 3607 Gilbert 360 Glyfomax Bio Glyfonova Bio Rambo 360 S Roundup Bio Roundup Ultra	<i>glyfosaatti</i>	360 g/l	-	Rikkakasvien torjunta viljelysmailta, viljelemättömiltä alueilta, metsänviljelyssä sekä puuvartisten kasvien hävittäminen
Rambo 360	<i>glyfosaatti</i>	360 g/l	N	Rikkakasvien torjunta viljelysmailta, viljelemättömiltä alueilta, metsänviljelyssä sekä puuvartisten kasvien hävittäminen
Clinic 360 SL Glyfokem 360 Glyphogan 480 SL Pellon Glyfoneste 101 Ranger Rodeo Roundup	<i>glyfosaatti</i>	360 g/l	Xi, N	Rikkakasvien torjunta viljelysmailta, viljelemättömiltä alueilta, metsänviljelyssä sekä puuvartisten kasvien hävittäminen
Ei rikkoja Puutarhassa Max Envision 450 Gilbert 450 Glyfokem 450	<i>glyfosaatti</i>	450 g/l	-	Rikkakasvien torjunta viljelysmailta, viljelemättömiltä alueilta, metsänviljelyssä sekä puuvartisten kasvien hävittäminen
Ecoplug	<i>glyfosaatti</i>	680 g/kg	Xi, N	Kantojen (huom. ei puiden) taskutukseen juuri- ja kantovesojen torjumiseksi

KARKOTTEET

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde
Mota-karkote*	<i>eteeriset öljyt</i>	12 g/l	Xi	Hirvieläintuhojen ja myyrien torjuntaan havu- ja lehtipuilla
Klerat-myyränsyötti*	<i>brodifakumi</i>	10 mg/g	Xn	Peltomyyrä, kenttämyyrä ja lapinmyyrä talvikäyttö lumireikiin; vesimyyrä syksyllä maakäytäviin

* poistuu rekisteristä 31.12.2009

SIENITAUDIT

Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde, huomautukset
Amistar	<i>atsoksistrobiini</i>	250 g/l	N	Männynkaristeen torjunta metsätaimatarhoilla
Aliette 80 WG	<i>fosetyyli-alumiini</i>	800 g/l	-	Koivun levälaikun torjuntaan paakkutaimilla
Rovral 75 WG *	<i>lprodioni</i>	750 g/l	Xn, N	Harmaahomeen torjuntaan
Chipco Green 75 WG**	<i>lprodioni</i>	750 g/l	Xn, N	Harmaahomeen torjuntaan
Akopro 490 EC Basso	<i>prokloratsi+propinkonatsoli</i>	400 g/l 90 g/l	Xi, N	Männynversosurman ja männyntalvihomeen torjuntaan
Maatilan propikonatsoli** Maatilan propikonatsoli 2 Viljantautiaine 101 Tilt 250 EC	<i>propikonatsoli</i>	250 g/l	Xn, N	Havupuiden taimitarhojen männynversosurman ja talvituhosienien torjunta
Cogito	<i>propikonatsoli</i>	250 g/l	Xn, N	Männynversosurman, männyntalvihomeen ja talvituhosienien torjunta
Topsin M *	<i>tiofanaatti-metyyli</i>	700 g/l	Xn, N	Harmaahomeen torjunta
Tirama 50	<i>tiraami</i>	500 g/kg	Xn, N	Siemenen peittäminen
Stratego 312.5 EC	<i>trifloksistrobiini+propikonatsoli</i>	187,5 g/l 125 g/l	Xi, N	Koivunruosteen torjunta
Stratego EC 250	<i>trifloksistrobiini+propikonatsoli</i>	125 g/l 125 g/l	Xi, N	Koivunruosteen torjunta
Rotstop	<i>harmaaorvakkasienen itiöitä</i>	$2 \times 10^6 - 10^7$ kpl/g	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
Rotstop SC	<i>harmaaorvakkasienen itiöitä</i>	$2 \times 10^6 - 10^7$ kpl/g	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
PS-kantosuoja	<i>urea</i>	410 g/l	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
PS-kantosuoja-konsentraatti	<i>urea</i>	820 g/l	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
Urea-kantokate	<i>urea</i>	330 g/l	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa
Urea kantokate P	<i>urea</i>	330 g/l	-	Juurikäävän torjunta männyn ja kuusen kannoissa

* koetoimintalupa

** poistuu rekisteristä 21.12.2009

TUHOHYÖNTEISET				
Valmiste	Tehoaine	Pitoisuus	Luokitus	Käyttökohde, huomautukset
Decis 25 EC	<i>deltametriini</i>	25 g/l	Xn, N	Tukkimiehentäjä (<i>Hylobius</i>); monien tuhohyönteisten torjuntaan pelto- ja puutarhaviljelyksillä
Dimilin-neste	<i>diflubentsuroni</i>	480 g/l	N	Perhos- ja pistiäistoukkien torjuntaan metsissä
Roxion R-dimetoaatti BASF* Perfekthion 400 Tuholaisaine 101 Danadim Progress	<i>dimetoaatti</i>	400 g/l	Xn, N	Monien tuhohyönteisten torjuntaan; mm. perhos- ja pistiäistoukat, kirvat, kasviluteet, eräät punkit pelto- ja puutarhaviljelyksillä
Merit Forest WG	<i>imidaklopridi</i>	700 g/kg	Xn	Tukkimiehentäin torjunta, myös kasvussa olevat taimet, käyttö sisätiloissa
Karate Zeon - tekniikka	<i>lambdasyhalotriini</i>	100 g/l	Xn, N	Tukkimiehentäin torj, myös kasvussa olevat taimet. Laajennettu käyttöalue (Off-label hyväksyntää**): Metsässä varastoidun kuorellisen puutavaran suojaukseen puutavaraa viottavia hyönteisiä vasaan.
Maatilan Syhalotriini	<i>lambdasyhalotriini</i>	100 g/l	Xn, N	Tukkimiehentäin torjunta havupuun taimista ennen istutusta
Monisärmiövirus	<i>viruspolyhedroja</i>	0,102 x 10 ¹² kpl / l litra vettä	-	Ruskomäntypistiäisen torjunta

*poistuu 31.3.2010

**valmisteen käyttö Off-label -hyväksynnän saaneisiin kohteisiin on sallittu käyttäjän vastuulla

Taimitarhoilla voidaan edellisten lisäksi käyttää eräitä "yleistorjunta-aineita", joiden käyttöohje on muotoiltu väljästi kasvilajeja luettelematta.

Metsätalouden käyttöön hyväksyttävien kasvinsuojeluaineiden biologisen tehokkuuden ja käyttökelpoisuuden tarkastuksia tekee Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen toimintayksikkö.

Marja Poteri
Metsäntutkimuslaitos
Suonenjoen toimintayksikkö
Juntintie 154, 77600 Suonenjoki
Marja.Poteri@metla.fi

Taimituotantoluvuissa vain pieniä muutoksia

Marja Poteri

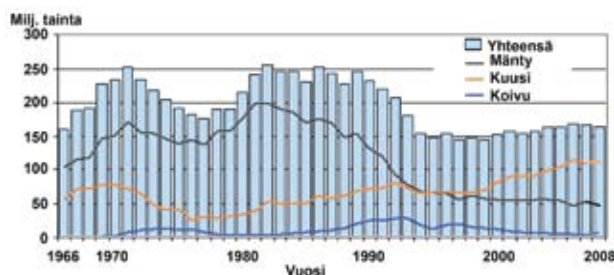
Eviran tilastoimat metsänviljelyyn toimitetut taimimäärät vuonna 2008 pysyivät lähes ennallaan vuoteen 2007 verrattuna. Vuonna 2008 kaikkien tuotettujen taimien määrä yhteensä oli 164,8 miljoonaa tainta, mikä on 945 000 tainta vähemmän kuin edellisvuonna (kuva 1). Männyntaimien tuotantomäärä laski 2,7 miljoonan taimen verran ja oli 49,2 miljoonaa. Kuusen paljasjuuristen taimien kasvatus väheni 1,2 miljoonasta puoleen eli 620 000 taimeen, kun taas kuusen paakkutaimia kasvatettiin 110 miljoonaa, mikä oli 1,6 miljoonaa tainta enemmän kuin vuonna 2007.

Koivun kasvatus hienoisessa nousussa

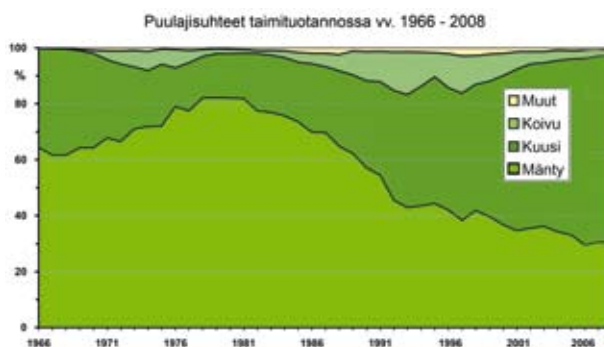
Suhteellisesti eniten lisääntyi koivun taimien kasvatus, joka kasvoi 668 000 taimella. Rauduskoivun osuus lisäyksestä oli 560 000 ja hieskoivun 108 000 taimea. Kaikkiaan tuotettiin 3,58 miljoonaa rauduskoivua ja 137 000 hieskoivua. Koivun osuus on kuitenkin vielä kaukana 1990-luvun vuosista, jolloin tuotannosta oli reilu 10 % koivua (kuva 2).

Vuonna 2008 toimitettiin viljelyyn muita kotimaisia puulajeja reilu miljoona tainta, kun edellisvuonna 2007 määrä jäi vajaaseen miljoonaan. Ulkomaisten puulajien tuotanto väheni puoleen edellisvuodesta ja oli 27 000 tainta vuonna 2008.

Kotimaista tuotantoa täydennettiin taimituonnilla. Aikaisempien vuosien tapaan eniten tuotiin Ruotsista kuusen paakkutaimia, joiden määrä oli kuitenkin vuonna 2008 vain reilu 13 miljoonaa, kun edellisvuonna tuotiin 22 miljoonaa tainta. Virossa tuotiin kuusen paakkutaimien lisäksi myös paljasjuurisia taimia ja näiden kuusen taimien yhteismäärä oli 3 miljoonaa. Ruotsista tuotiin lisäksi 56 000 hieskoivun tainta ja Virossa tuli 7 000 paljasjuurista visakoivun tainta. Suomesta vietiin Ruotsiin reilu 2 miljoonaa kuusen paakkutainta ja 225 000 lehtikuusen tainta.



Kuva 1. Kotimaisilta taimitarhoilta istutukseen toimitettujen taimien määrä 1966–2008. Lähde Evira. Taimitilastot_taimet1996–2008.



Kuva 2. Eri puulajien osuudet (%) tuotantomäärästä vuosina 1966–2008. Lähde Evira.

Kuusen huonot siemenvuodet näkyvät tilastoissa

Kuusen taimitarhakylvöissä palattiin vuoden 2006 tilanteeseen, jolloin vain noin puolet kylvöistä voitiin tehdä siemenviljelyssiemenellä. Vuonna 2008 metsäkoista kerättyjä kuusen siemeniä (siemenlähde tunnettu) käytettiin taimitarhoilla 880 kg ja alustavasti testattua siemenviljelyssiementä kylvettiin 387 kg.

Evira (Elintarviketurvallisuusvirasto) tilastoi kotimaista taimituotantoa ja metsänviljelyyn toimitettujen taimien määriä. Lisäksi virasto kokoaa tiedot taimien ja siementen tuonnista ja viennistä. Taimitilastojen lisäksi sivuille on koottu mm. lainsäädäntöä sekä lähtöisyysalue- ja lämpösummakarttoja. Linkki metsänviljelyaineistoihin: www.evira.fi/kasvintuotanto ja [rehut>metsänviljely](#)



PUUPPETO-ETTY

PUPELLOK KYLÄSSÄ VILDELEVÄT HUUMORIA SUSIPARI NILO NÄRE JA TAIMI PAAKKUNAINEN



60 000 000

EN SAA UNTA!

Sisällys

Taimiuutiset 2/2009

KIRJOITTAJAT	2
KEHITTÄMISTYÖTÄ JATKETTAVA MYÖS MATALASUHDANTEESSA.	3
<i>Timo Saksa</i>	
GENEETTISTEN TEKIJÖIDEN MERKITYS TAIMITUOTANNOSSA	4
<i>Veikko Koski</i>	
ALKUPERÄ MÄÄRÄÄ TAIMIEN KÄYTTÖALUEEN.	7
<i>Seppo Ruotsalainen ja Veikko Koski</i>	
NORDGREN METSÄ JÄRJESTÄÄ POHJOISMAISEN TAIMITARHARETKEILYN NORJASSA BERGENISSÄ 28.-30.9.2009	10
ALKUPERÄSIIRTOIHIN LIITTYVÄ LAINSÄÄDÄNTÖ	11
<i>Kari Leinonen</i>	
LIOTUSLÄMPÖTILAN JA –AJAN VAIKUTUS KUUSEN SIEMENTEN ITÄMISEEN	12
<i>Katri Himanen</i>	
KUUSEN TAIMIEN KARAISTUMINEN JA PAKKASKESTÄVYYS SYKSYLLÄ.	14
<i>Kyösti Konttinen, Jaana Luoranen ja Risto Rikala</i>	
VIERASLAJIT, JOTKA VOIVAT OLLA UHKA TULEVAISUUDESSA	19
<i>Arja Lilja, Jarkko Hantula, Anna Rytkönen, Michael Müller ja Antti Pouttu</i>	
METSÄTALouden KÄYTTÖÖN HYVÄKSYTTYJÄ KASVINSUOJELUAINETa VUONNA 2009	22
<i>Marja Poteri</i>	
TAIMITUOTANTOLUVUissa VAIN PIENIÄ MUUTOKSia	26
<i>Marja Poteri</i>	
PUUPELTOCITY	27

Taimiuutiset-lehti vuonna 2009

Aineistot toimitettava viimeistään / Ilmestyy: syksy 28.8. / 5.10.; talvi 27.11. / 28.12.